

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

06.06.2014

Geschäftszeichen:

I 42.1-1.31.10-6/09

Zulassungsnummer:

Z-31.10-182

Geltungsdauer

vom: **1. Juni 2014**

bis: **31. Mai 2015**

Antragsteller:

TUDAG

TU Dresden Aktiengesellschaft

Freibergerstraße 37

01067 Dresden

Zulassungsgegenstand:

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 15 Seiten und sechs Anlagen.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Anforderungen an die besondere Sachkunde und Erfahrung der mit der Herstellung von Bauprodukten und Bauarten betrauten Personen nach den § 17 Abs. 5 Musterbauordnung entsprechenden Länderregelungen gestellt werden, ist zu beachten, dass diese Sachkunde und Erfahrung auch durch gleichwertige Nachweise anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union belegt werden kann. Dies gilt ggf. auch für im Rahmen des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder anderer bilateraler Abkommen vorgelegte gleichwertige Nachweise.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 4 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 5 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 7 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Zulassungsgegenstand ist ein Bausatz zur Verstärkung von Stahlbetonbauteilen mit Textilbeton. Dabei wird eine Schicht aus Feinbeton auf die Betonoberfläche der zu verstärkenden Stahlbetonbauteile im Handlaminier- oder Spritzverfahren aufgetragen. In diese wird die Textilbewehrung eingearbeitet und erneut eine Schicht Feinbeton im Handlaminier- oder Spritzverfahren aufgetragen. Diese erneut aufgetragene Feinbetonschicht kann als Abschlusschicht oder als weitere Trägerschicht einer Lage Textilbewehrung dienen. Es dürfen auf diese Weise bis zu vier Lagen Textilbewehrung verwendet werden.

Der Bausatz besteht aus folgenden Komponenten:

- beschichtete Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX oder TUDALIT-BZT2-V.FRAAS nach Abschnitt 2.1.1,
- Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL nach Abschnitt 2.1.3.

1.2 Anwendungsbereich

Nach dieser Zulassung sind Biegeverstärkungen an den für die Verstärkung vorbereiteten Oberflächen in der Zugzone von Stahlbetonbauteilen bei vorwiegend ruhender Belastung möglich. Es dürfen nur Bauteile aus Normalbeton verstärkt werden, die an den für die Verstärkung vorbereiteten Oberflächen mindestens einen Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit $f_{ctm,surf}$ von $1,0 \text{ N/mm}^2$ (untere Vertrauensgrenze mit 95 % Zuverlässigkeit (einseitig)) aufweisen und deren Festigkeitsklasse C50/60 nicht überschreitet. Der Durchmesser bzw. der Vergleichsdurchmesser der Betonstahlbewehrung in der Biegezugzone des zu verstärkenden Bauteils darf nicht größer als 20 mm sein.

Nach dieser Zulassung dürfen bis zu vier Lagen Textilbewehrung in einer Textilbetonschicht verwendet werden. Den Textilbetonschichten dürfen planmäßig nur Zugkräfte zugewiesen werden. Die Textilbetonschichten dürfen auch in der Druckzone angeordnet sein, dürfen aber zur Aufnahme von Druckkräften nicht angerechnet werden. Biegezugverstärkungen nach dieser Zulassung dürfen nur in Bereichen angeordnet werden, in denen rechnerisch keine Querkraftbewehrung erforderlich ist.

Die Verstärkungen dürfen nur an Innenbauteilen erfolgen. Die Maximaltemperatur von $T_f = 40^\circ\text{C}$ und die relative Luftfeuchtigkeit von 65% dürfen nicht überschritten werden. Die Textilbetonschicht darf keiner direkten Durchfeuchtung, keiner wechselnden Durchfeuchtung und keinem Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt sein.

Die Verstärkungsarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die ihre Eignung entsprechend Abschnitt 4.1 nachgewiesen haben.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Typen der beschichteten Textilbewehrungen TUDALIT-BZT1-TUDATEX und TUDALIT-BZT2-V.FRAAS

Die Textilbewehrung muss aus Carbonfilamentgarnen mit 50K Carbonfilamentgarnen in der Kettrichtung (Haupttragrichtung) und 12K Carbonfilamentgarnen in der Schussrichtung (Nebentragrichtung) bestehen. Je nach Typ der Textilbewehrung sind die folgenden Kett- und Schussfadenabstände einzuhalten:

| Art der Textilbewehrung | Kettfadenabstand | Schussfadenabstand |
|-------------------------|------------------|--------------------|
| TUDALIT-BZT1-TUDATEX | 10,7 ± 2,0 mm | 14,3 ± 2,0 mm |
| TUDALIT-BZT2-V.FRAAS | 12,7 ± 2,0 mm | 18,0 ± 2,0 mm |

Die Textilbewehrung wird mit durchschnittlich 15 % Massenanteil Beschichtungsmittel (mindestens 13 % Massenanteil und höchstens 18 % Massenanteil), bezogen auf die Fertigflächenmasse, imprägniert (siehe 2.1.2).

Die Breite der Textilbewehrung darf maximal 2500 mm (Breite der Schussrichtung) betragen. In Abhängigkeit von der Anwendung sind davon auch Teilbreiten möglich. Beim Zuschnitt der Textilbewehrung ist Abschnitt 4.6, 1. Absatz zu beachten.

Die maximale Länge der Textilbewehrung in Kettrichtung ist durch die Aufnahmekapazität einer Rolle begrenzt. In Abhängigkeit von der Anwendung sind davon auch Teillängen möglich. Beim Zuschnitt der Textilbewehrung auf die Abmessungen der Textilbetonschicht ist Abschnitt 4.6, 1. Absatz zu beachten.

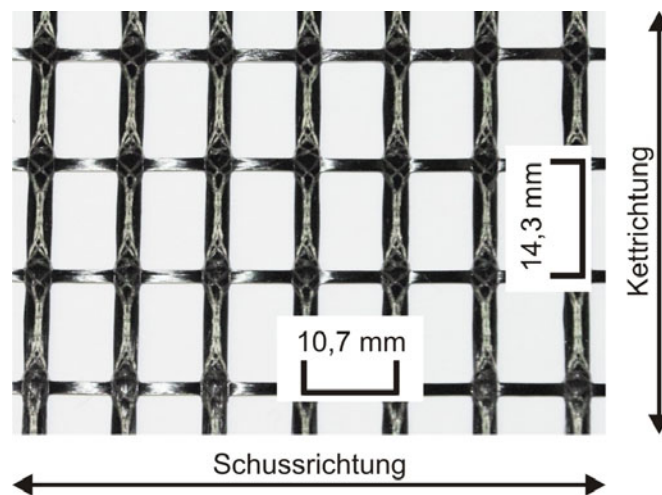


Bild 1: Beschichtete Textilbewehrung mit Carbonfasern TUDALIT-BZT1-TUDATEX

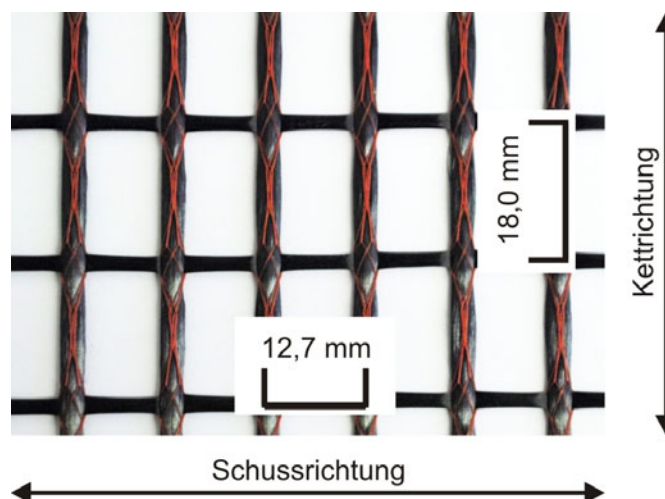


Bild 2: Beschichtete Textilbewehrung mit Carbonfasern TUDALIT-BZT2-V.FRAAS

Die Eigenschaften der Textilbewehrung sind in Tabelle 1 angegeben.

Zusammensetzung und Eigenschaften der Carbonfilamentgarne und der Beschichtung sowie die verfahrenstechnischen Parameter der Beschichtung müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

Tabelle 1: Kenndaten der Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX und TUDALIT-BZT2-V.FRAAS für die werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung

| | Eigenschaften | Carbonfilamentgarne in Kettrichtung | Carbonfilamentgarne in Schussrichtung |
|--|--|--|--|
| 1 | Fasergehalt | 50K Carbonfilamentgarne | 12K Carbonfilamentgarne |
| 2 | Garnfeinheit (Mittelwert) [tex] | 3300 | 800 |
| 3 | Garnzugfestigkeit unbeschichtet [N/mm ²] Mittelwert Charakteristischer Wert | 700 ¹⁾ 670 ¹⁾ | 1410 ¹⁾ 1340 ¹⁾ |
| 4 | Elastizitätsmodul Garn unbeschichtet [N/mm ²] Mittelwert charakteristischer Wert | 192.000 ¹⁾ 182.000 ¹⁾ | 212.000 ¹⁾ 201.000 ¹⁾ |
| 5 | Bruchdehnung Garn unbeschichtet [%] Mittelwert charakteristischer Wert | 0,44 ¹⁾ 0,42 ¹⁾ | 0,74 ¹⁾ 0,70 ¹⁾ |
| 6 | Garnzugfestigkeit beschichtet* [N/mm ²] Mittelwert charakteristischer Wert | 1.980 ¹⁾ 1.890 ¹⁾ | 2.940 ²⁾ 2.760 ²⁾ |
| 7 | Elastizitätsmodul Garn beschichtet* [N/mm ²] Mittelwert charakteristischer Wert | 170.000 ¹⁾ 166.000 ¹⁾ | 152.000 ²⁾ 142.000 ²⁾ |
| 8 | Bruchdehnung Garn beschichtet* [%] Mittelwert charakteristischer Wert | 1,28 ¹⁾ 1,24 ¹⁾ | 2,11 ²⁾ 2,02 ²⁾ |
| 9 | Flächengewicht Textilbewehrung unbeschichtet [g/m ²] Mittelwert TUDALIT-BZT1-TUDATEX (10,7 x 14,3 mm) Mittelwert TUDALIT-BZT2-V.FRAAS (12,7 x 18,0 mm) | | 374 303 |
| 10 | Flächengewicht Textilbewehrung beschichtet* [g/m ²] Mittelwert TUDALIT-BZT1-TUDATEX (10,7 x 14,3 mm) Mittelwert TUDALIT-BZT2-V.FRAAS (12,7 x 18,0 mm) | | 440 (93 Kettfäden/m Breite der Textilbewehrung in Tragrichtung) 356 (79 Kettfäden/m Breite der Textilbewehrung in Tragrichtung) |
| 11 | Masseanteil Beschichtung * [%] Mittelwert Zulässiger Bereich | | 15 13 bis 18 |
| 12 | Handelsname Beschichtung | | Lefasol VLT-1 |
| * Die beschichteten Carbonfilamentgarne sind der beschichteten Textilbewehrung zu entnehmen. | | | |
| ¹⁾ Prüfung nach ISO 3341, Umschlingungsklemmen mit optischer Längenänderungserfassung, 500 mm freie Einspannlänge, Prüfgeschwindigkeit 200 mm/min E-Modulbestimmung im Bereich des Linearanstieges der Spannungs-Dehnungs-Kurve | | | |
| ²⁾ Prüfung wie ¹⁾ , jedoch bei 200 mm freier Einspannlänge der beschichteten Schussfäden, Prüfgeschwindigkeit 80 mm/min, um analoge Prüfung ab einer Warenbreite von 1,20 m der Textilbewehrung zu ermöglichen | | | |

2.1.2 Beschichtungsmittel Lefasol VLT-1

Das Beschichtungsmittel ist eine filmbildende Dispersion. Mit dieser werden die Garne unter definierten Herstellungsbedingungen imprägniert. Dadurch werden die einzelnen Filamente der Rovings umhüllt bzw. miteinander verbunden, wodurch der innere Verbund der Filamente in den Rovings hergestellt wird.

Zusammensetzung und Eigenschaften des Beschichtungsmittels müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.3 Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL

Der Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL wird werkmäßig als Trockenmörtel hergestellt. Feinbetonproben müssen nach 28 d Erhärtung nach DIN EN 196-1¹ die in Tabelle 2 aufgeführten Eigenschaften aufweisen.

Zusammensetzung und Eigenschaften des Feinbetons sowie die verfahrenstechnischen Parameter für die Herstellung im Handlamier- und Spritzverfahren müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

Tabelle 2: Kenndaten Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL

| Eigenschaften | Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL |
|--|------------------------------|
| Druckfestigkeit (charakteristischer Wert) | ≥ 80 N/mm ² |
| Biegezugfestigkeit (charakteristischer Wert) | ≥ 6 N/mm ² |
| Elastizitätsmodul | ≥ 25.000 N/mm ² |

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung, Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

2.2.1.1 Beschichtete Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS

Die Textilbewehrung darf nur aus den gemäß Abschnitt 2.1.1 hinterlegten Bestandteilen in den beim DIBt hinterlegten Werken² gefertigt werden.

Die Textilbewehrung ist so herzustellen, dass die Carbonfilamentgarne in Kettrichtung und Schussrichtung ohne Welligkeit ausgerichtet, mit dem Beschichtungsmittel vollständig imprägniert, getrocknet und ausreichend vernetzt werden.

Die Textilbewehrung muss in der Regel auf Rollen mit einem inneren Mindestrollendurchmesser von 30 cm aufgerollt werden.

Die Rollen der Textilbewehrung sind unverwechselbar und dauerhaft mit der Bezeichnung des Typs der Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS sowie dem Herstellungsdatum zu kennzeichnen.

2.2.1.2 Beschichtungsmittel

Das Beschichtungsmittel darf nur aus den gemäß Abschnitt 2.1.2 hinterlegten Bestandteilen in den beim DIBt hinterlegten Werken² gefertigt werden.

2.2.1.3 Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL

Der Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL darf aus den gemäß Abschnitt 2.1.3 hinterlegten Bestandteilen in den beim DIBt hinterlegten Werken² gefertigt werden.

¹ DIN EN 196-1:2005-05 Prüfverfahren für Zement; Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
² Die genaue Bezeichnung der Werke ist beim DIBt hinterlegt.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-31.10-182

Seite 7 von 15 | 6. Juni 2014

2.2.2 Verpackung, Transport, Lagerung**2.2.2.1 Beschichtete Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS**

Bevor die beschichtete Textilbewehrung auf Rollen aufgewickelt wird, muss das Beschichtungsmittel ausreichend vernetzt sein. Beim Transport und der Lagerung müssen die Rollen der Textilbewehrung vor der Witterung und vor Verschmutzung durch die Verpackung geschützt werden.

2.2.2.2 Beschichtungsmittel

Die Komponenten des Beschichtungsmittels sind im Herstellwerk in gebrauchsfertige Arbeitspackungen (Gebinde) zu füllen und luftdicht zu verschließen. Die geschlossenen Behälter sind bei mindestens +5°C und höchstens +25°C Raumtemperatur zu lagern.

2.2.2.3 Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL

Der Feinbeton ist in Säcke oder Großgebinde (big-bags) abzufüllen, die unter der Voraussetzung ordnungsgemäßer Handhabung und trockener sowie witterungsgeschützter Lagerung die Verwendungsfähigkeit des Trockenbetons für eine Zeitspanne von mindestens sechs Monaten (lagerstabil) sicherstellen.

2.2.3 Kennzeichnung**2.2.3.1 Allgemeines**

Die Bauprodukte bzw. deren Verpackung müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

2.2.3.2 Beschichtete Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS

Die Verpackungen und die Pappkerne der Rollen der beschichteten Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS sind unverwechselbar mit folgenden Angaben zu versehen:

- Bezeichnung des Typs der Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS,
- Herstellungsdatum,
- Chargennummer,
- bauaufsichtliches Übereinstimmungszeichen unter Angabe der Zulassungsnummer.

2.2.3.3 Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL

Die Verpackung des Feinbetons ist so zu kennzeichnen, dass der Verwender alle für die Verarbeitung erforderlichen Angaben erhält. Die Kennzeichnung erfolgt im Allgemeinen auf den Gebinden (z. B. Sackbeschriftung). Bei Lieferung in Großgebinden (big-bags) ist ein Begleitzettel mit den erforderlichen Angaben beizufügen. Es sind mindestens folgende Angaben zu machen:

- Name und Anschrift des Herstellwerkes,
- Produktbezeichnung des Feinbetons: "TUDALIT-TF10-PAGEL",
- Füllgewicht in kg,
- Hinweise zur Herstellung und Verarbeitung von Frischbeton auf der Baustelle,
- höchstzulässige Menge des Zugabewassers,
- Dauer der Verwendungsfähigkeit einschließlich Herstellungsdatum und Lagerungsbedingungen, alternativ Verwendbarkeitsdatum und Lagerungsbedingungen,
- bauaufsichtliches Übereinstimmungszeichen unter Angabe der Zulassungsnummer.

2.3 Übereinstimmungsnachweis

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauprodukte nach den Abschnitten 2.1.1 (Beschichtete Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS) und 2.1.3 (Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL) mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats und eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk der Produkte nach Abschnitt 2.1.1 bis 2.1.3 ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Produkte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Der Nachweis der Materialeigenschaften des Beschichtungsmittels ist durch ein Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204³ entsprechend Anlage 1, Tabelle 1 zu erbringen.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle der beschichteten Textilbewehrung sind mindestens die Prüfungen nach Anlage 1, Tabelle 2, durchzuführen.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle des Feinbetons sind mindestens die Prüfungen nach Anlage 2, Tabellen 1 und 2, durchzuführen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle in den Herstellwerken der beschichteten Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS nach Abschnitt 2.1.1 und des Feinbetons TUDALIT-TF10-PAGEL nach Abschnitt 2.1.3 sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

³ DIN EN 10204:2005-01

Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen

Die Aufzeichnungen sind dem Antragsteller zu übergeben, von diesem mindestens fünf Jahre aufzubewahren und soweit gefordert, der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk der beschichteten Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS nach Abschnitt 2.1.1 und des Feinbetons TUDALIT-TF10-PAGEL nach Abschnitt 2.1.3 ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Bauprodukte durchzuführen und können auch Proben für Stichprobenprüfungen entnommen werden. Die Probenahme und Prüfungen für die Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS nach Anlage 1, Seite 1 obliegen PÜZ-Stellen, die nach PÜZ-Stellenverzeichnis Teil IIa, lfd. Nr. 6.2/1 anerkannt sind.

Die Probenahme und Prüfungen für den Feinbeton TUDALIT-TF10-PAGEL nach Anlage 2, Seite 1 und 2 obliegen PÜZ-Stellen, die nach PÜZ-Stellenverzeichnis Teil IIa, lfd. Nr. 2.23 anerkannt sind.

Für die Überwachung der Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX bzw. TUDALIT-BZT2-V.FRAAS sind die Prüfungen nach Anlage 1, Tabelle 2 durchzuführen.

Für die Überwachung des Feinbetons TUDALIT-TF10-PAGEL sind die Prüfungen nach Anlage 2, Tabellen 1 und 2 durchzuführen.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und der Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Allgemeines

Für die Bemessung gilt Anlage 5.

Zur Bestimmung des Bemessungswertes der auf die Fläche der Textilbewehrung bezogenen Zugfestigkeit nach Gleichung (abZ 3.1) von Anlage 5 und des Bemessungswertes der auf die Fläche der Textilbewehrung bezogenen Spannung des Textilbetons bei abgeschlossener Rissbildung im Feinbeton nach Gleichung (abZ 3.2) von Anlage 5 gelten für die in dieser Zulassung enthaltenen Textilbewehrungen folgende Werte:

$$f_{tk,tex} = 1550 \text{ N/mm}^2, \quad \alpha_{T,t} = 0,85, \quad \alpha_{t\infty,t} = 0,70, \quad \alpha_{D,t} = 1,0, \quad \gamma_{tex,t} = 1,2, \quad \varepsilon_{und,tex} = 0,3\%, \\ \varepsilon_{u,tex} = 0,75\%, \quad \sigma_{undk,tex} = 620 \text{ N/mm}^2$$

Im Rahmen dieser Zulassung dürfen nur die Garne des Textils in Kettrichtung zur Verstärkung herangezogen werden.

Die für die Bemessung wichtigen geometrischen Eigenschaften der Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX in Kettrichtung sind:

$$a_{K,tex} = 144 \text{ mm}^2/\text{m}, \quad A_{1texK} = 1,833 \text{ mm}^2 \quad \text{und} \quad n_{texK} = 79/\text{m}$$

Die entsprechenden Werte für die Textilbewehrung TUDALIT-BZT2-V.FRAAS sind:

$$a_{K,\text{tex}} = 125 \text{ mm}^2/\text{m}, A_{1\text{texK}} = 1,833 \text{ mm}^2 \text{ und } n_{\text{texK}} = 68 /\text{m}$$

Zur Bestimmung des Bemessungswertes der auf die Garnlängsrichtung bezogenen Verbundfestigkeit eines Garns in Kettrichtung der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung $T_{\text{bd,tex}}$ nach Gleichung (abZ 8.19) von Anlage 5 gelten für die in dieser Zulassung enthaltenen Textilbewehrungen folgende Werte:

$$T_{\text{bk,tex}} = 3,96 \text{ N/mm}, \alpha_{T,b} = 0,45, \alpha_{t\infty,b} = 0,47, \alpha_{D,b} = 1,0 \text{ und } \gamma_{\text{tex,b}} = 1,5$$

Die Formelzeichen werden in Abschnitt 1.6 von Anlage 5 erklärt.

Weitere geometrische Eigenschaften in Schussrichtung der Textilbewehrung TUDALIT-BZT1-TUDATEX sind:

$$a_{S,\text{tex}} = 28 \text{ mm}^2/\text{m}, A_{1\text{texS}} = 0,451 \text{ mm}^2, n_{\text{texS}} = 61/\text{m} \text{ und}$$

der Textilbewehrung TUDALIT-BZT2-V.FRAAS:

$$a_{S,\text{tex}} = 23 \text{ mm}^2/\text{m}, A_{1\text{texS}} = 0,451 \text{ mm}^2, n_{\text{texS}} = 50 /\text{m}$$

Die Formelzeichen werden in Abschnitt 1.6 von Anlage 5 erklärt.

3.2 Entwurf

Zusätzlich zu den Angaben nach Abschnitt 1.2 sind folgende Randbedingungen zu erfüllen:

- Die Mindestbetondeckung einer Lage Textilbewehrung beträgt sowohl zum Altbeton, zwischen den Lagen der Textilbewehrung als auch zur Oberfläche 3 mm.

3.3 Feuerwiderstand der Bauteile

Sofern Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile mit Textilbetonverstärkung gestellt werden, ist die jeweils geforderte Feuerwiderstandsklasse im Einzelfall nachzuweisen.

4 Ausführung

4.1 Allgemeines

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung mit allen Anlagen sowie die Verarbeitungsvorschriften des Herstellers haben bei den Verstärkungsarbeiten auf jeder Baustelle vorzulegen.

Die Verstärkungsarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die ihre Eignung nachgewiesen haben. Die Eignung des ausführenden Betriebes muss durch einen Eignungsnachweis nach "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ gegenüber dem Antragsteller erbracht werden.

Die qualifizierte Führungskraft nach "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ muss während der entscheidenden Phasen auf der Baustelle anwesend sein und die begleitenden Kontrollen nach Abschnitt 4.7 und 4.8 durch das Baustellenfachpersonal nach "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ durchführen lassen und selbst stichprobenartig überprüfen.

Die Herstellung der Verstärkung darf nur von Baustellenfachpersonal nach "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ ausgeführt werden.

⁴ Deutsches Institut für Bautechnik:
Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton (Fassung Mai 2014)

4.2 Erfassen des Ist-Zustandes des zu verstärkenden Bauteils

Folgende für die rechnerischen Nachweise und für die Ausführung relevanten Eigenschaften jedes zu verstärkenden Bauteilabschnitts sind zu erfassen und mit einer entsprechenden Bewertung zu dokumentieren:

- die Oberflächenzugfestigkeit des zu verstärkenden Bauteils vor der Oberflächenvorbehandlung⁵ gemäß DIN EN 1542⁶,
- die Betondruckfestigkeitsklasse nach DIN EN 13791⁷,
- Stahlart, Lage und Erhaltungszustand der vorhandenen Bewehrung,
- die Betondeckung der vorhandenen Bewehrung sowie deren Karbonisierungstiefe,
- Lage, Verlauf und Breite von Rissen, sofern diese zur Korrosion der innen liegenden Bewehrung führen können,
- gegebenenfalls Angaben zu Schadstoffen im Beton, die zur Korrosion der Bewehrung oder des Betons führen können.

4.3 Anforderungen an das zu verstärkende Bauteil

Es dürfen nur Bauteile aus Normalbeton bis zur Festigkeitsklasse C50/60 verstärkt werden.

Der Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit der Betonoberfläche $f_{ctm,surf}$ (untere Vertrauensgrenze mit 95 % Zuverlässigkeit (einseitig)) im Bereich der Verstärkungsflächen aus den Messungen nach Abschnitt 4.2 ist gemäß Anlage 6 zu bestimmen. Er muss mindestens 1,0 N/mm² betragen.

Im Bereich der Verstärkungsflächen muss die Betondeckung mindestens 10 mm betragen. Die Erfüllung der Anforderungen an das zu verstärkende Bauteil ist vor Beginn der Maßnahmen zu prüfen und zu dokumentieren.

4.4 Anforderungen an die Textilbewehrung und den Feinbeton

Es dürfen nur die in Abschnitt 2.1.1 angegebenen Textilbewehrungen und der in Abschnitt 2.1.3 angegebene Feinbeton verwendet werden. Die gleichzeitige Anwendung der beiden Textilbewehrungen nach Abschnitt 2.1.1 in einer Textilbetonschicht ist nicht zulässig. Die Bauprodukte dürfen nur innerhalb des auf der Verpackung angegebenen Zeitraums verwendet werden.

4.5 Oberflächenvorbereitung für die Betonbauteile

Damit für Verstärkungsmaßnahmen mit Textilbeton an Betonbauteilen der angestrebte Erfolg nach Art, Güte und Dauer sicher erreicht werden kann, muss der betreffende Beton an seiner Oberfläche bestimmte Eigenschaften haben. Um dies zu erreichen, ist eine Untergrundvorbereitung erforderlich.

⁵ Im Bereich der Messstellen muss dabei die Oberfläche staubfrei sowie frei von losen Teilen sein. Ferner dürfen keine parallel zur Oberfläche oder schalenförmig im oberflächennahen Bereich verlaufenden Risse und Ablösungen sowie keine artfremden Stoffen wie Gummiabrieb, Trennmittel, ungeeignete Altbeschichtungen, Ausblühungen, Öl, Bewuchs u. ä. vorhanden sein, die keine zuverlässige Ermittlung der Oberflächenzugfestigkeit ermöglichen.

⁶ DIN EN 1542:1999-07 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch; Deutsche Fassung EN1542:1999

⁷ DIN EN 13791:2008-05 Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen; Deutsche Fassung EN 13791:2007

Risse im Beton im Bereich der Verstärkung, die zur Korrosion der Bewehrung führen können oder Risse mit Flüssigkeitsdurchtritt sind gemäß DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen"⁸ zu behandeln.

Die Verstärkungsfläche muss frei von losen Teilen sein. Ferner dürfen keine parallel zur Oberfläche oder schalenförmig im oberflächennahen Bereich verlaufenden Risse und Ablösungen sowie keine artfremden Stoffen wie Gummiabrieb, Trennmittel, ungeeignete Altbeschichtungen, Ausblühungen, Öl, Bewuchs u. ä. vorhanden sein, die den Verbund zur Feinbetonschicht einschränken könnten. Solche Bereiche sind vor der Oberflächenvorbereitung vollständig zu entfernen.

Die zu verstärkende Altbetonoberfläche muss für das Aufbringen der ersten Feinbetonschicht vorbereitet werden, bis die Gesteinskörnung mit einem Durchmesser > 4 mm sichtbar wird, z. B. durch

- Druckluftstrahlen mit festen Strahlmitteln,
- Kugelstrahlen,
- Bearbeitung mit einer Nadelpistole,
- Schleifen.

Die mittlere Rautiefe der Betonoberfläche muss mindestens 1,0 mm betragen.

Die zu verstärkende Altbetonoberfläche sollte möglichst ebenflächig sein. Bei Unebenheiten im Bereich > 3 mm bis 30 mm müssen diese z.B. durch Schleifen abgetragen werden oder reprofiliert werden. Die Reprofilierung hat mit dem Feinbeton nach 2.1.3 durch Spritzen oder Handauftrag zu erfolgen. Bei Unebenheiten >30 mm ist eine gesonderte Bewertung durch den Tragwerkplaner erforderlich. Ausgenommen hiervon sind punktuelle Fehlstellen im Beton wie Betonabplatzungen oder Kiesnester. Diese sind fachgerecht freizulegen und mit dem Feinbeton nach 2.1.3 durch Spritzen oder Handauftrag zu reprofilieren. Die Bereiche der Reprofilierung werden vor dem Überschreiten der Verarbeitungszeit des Feinbetons durch Besenstrich aufgeraut. Zu einem beliebigen Zeitpunkt kann dann mit dem Spritzen oder Handlaminierten der ersten Schicht Feinbeton für die Textilbetonschicht begonnen werden.

Nach der Untergrundvorbereitung ist die Oberflächenzugfestigkeit des Betonuntergrundes gemäß DIN EN 1542⁶ zu prüfen. Der Erwartungswert des Mittelwerts der Oberflächenzugfestigkeit der Betonoberfläche oder der reprofilierten Betonoberfläche im Bereich der Verstärkungsflächen ist gemäß Anlage 6 auszuwerten. Der Erwartungswert des Mittelwerts $f_{ctm,surf}$ muss mindestens 1,0 N/mm² betragen. Sofern in der Statik der Textilbetonverstärkung ein höherer Wert angesetzt wurde, ist dieser nachzuweisen. Kann die geforderte Oberflächenzugfestigkeit nicht erzielt werden, ist vor Durchführung der Verstärkungsarbeiten der sachkundige Planer zu informieren. Gegebenenfalls können weitere Prüfungen erforderlich werden.

Zum Auftrag der Textilbetonschicht muss die Oberfläche "feucht" im Sinne der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen"⁸, Teil 2, Abschnitt 2.3.5 (2) sein. Dies kann durch folgendes Vorbehandlungsregime erreicht werden:

- Altbetonoberfläche erstmals mindestens 24 h vor dem Aufbringen der Verstärkung kräftig vornässen
- Anschließend Oberfläche im Intervall von 2h tagsüber nachnässen und über Nacht mit Folie abdecken

8

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.):

"DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Oktober 2001 -"

Berlin: Beuth, 2001 (Vertriebs-Nr. 65030)

und

2. Berichtigung zur "DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)

- Ausgabe Oktober 2001 -" - Ausgabe der 2. Berichtigung: Dezember 2005 -

Berlin: Beuth, 2005 (Vertriebs-Nr. 65030)

- Altbetonoberfläche letztmalig ca. 20 min vor dem Aufbringen der Verstärkung vornässen.

4.6 Spritz- und Laminierarbeiten

Die Bahnen der Textilbewehrung nach Abschnitt 2.1.1 dürfen nicht abgekantet oder scharfen Querpressungen ausgesetzt werden. Sie dürfen, falls erforderlich, auf der Baustelle mit einer geeigneten Schere passend geschnitten werden. Der kleinste Biegedurchmesser, der bei der Handhabung der Textilbewehrungsbahnen nicht unterschritten werden darf, beträgt 30 mm.

Die Textilbewehrungsbahnen müssen staub- und fettfrei sein.

Während der Spritz- bzw. Laminierarbeiten muss die Temperatur von Luft und Betonbauteilen im Bereich von 5°C bis 30°C liegen. Das Spritzen des Feinbetons erfolgt im Dichtstromverfahren mit der MAWO Mantelluftstromdüse (siehe Anlage 4).

Das Mischen des Feinbetons muss gemäß den Angaben des Herstellers erfolgen.

Sollen Bauteile mehrlagig mit Textilbewehrung bewehrt werden, muss nach der Einarbeitung einer Lage Textilbewehrung zunächst immer eine Schicht Feinbeton auflaminiert bzw. aufgespritzt werden. Anschließend wird die frisch eingearbeitete Lage Textilbewehrung erneut durch Spritzen oder Handlaminiere mit einer Schicht Feinbeton überdeckt.

Jede Lage muss in die zugehörige Feinbetonschicht eingearbeitet sein, bevor deren Verarbeitungszeit überschritten ist. Die Bauteile dürfen vom Moment des Auftragens des Feinbetons über das Einarbeiten der Lagen der Textilbewehrung bis zur Erhärtung des Feinbetons keinen Erschütterungen und Bewegungen ausgesetzt sein.

Die Textilbetonschichten müssen im ausgehärteten Zustand eben nach Abschnitt 4.7.4 sein.

Ist eine Arbeitsunterbrechung zwischen dem Aufbringen mehrerer Lagen Textilbewehrung erforderlich, wird die letzte Lage vor dem Überschreiten der Verarbeitungszeit des Feinbetons mit einer Schicht Feinbeton durch Spritzen oder Handlaminiere überdeckt und anschließend durch Besenstrich aufgeraut. Zu einem beliebigen Zeitpunkt kann dann mit dem Spritzen oder Handlaminiere der nächsten Schicht Feinbeton fortgesetzt werden.

Maximal dürfen 4 Lagen Textilbewehrung ausgeführt werden.

Eine aufgespritzte oder handlaminierte Textilbetonschicht muss im Durchschnitt mindestens 6 mm betragen.

Vor der Belastung des Bauwerks müssen Abreißprüfungen nach DIN EN 1542⁶ am Bauwerk sowie Verbundprüfungen an gesondert hergestelltem Textilbetonprobekörpern nach Abschnitt 4.7.4 durchgeführt werden und die Anforderungen erfüllen. In der Regel erfolgt dies nach 28 Tagen.

In Bereichen, in denen die Gefahr einer mechanischen Beschädigung nach dem Einbau nicht auszuschließen ist, müssen die Textilbetonschichten davor geschützt werden.

4.7 Prüfungen während der Ausführung

4.7.1 Überprüfung der Voraussetzungen

Der Bauausführende hat sich davon zu überzeugen, dass

- a) die Textilbewehrung und der Feinbeton das Übereinstimmungszeichen nach dieser Zulassung aufweisen,
- b) das Verbrauchsdatum noch nicht abgelaufen ist,
- c) die in den Abschnitten 4.1 bis 4.6 genannten Bedingungen eingehalten sind.

4.7.2 Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit

Auf der gemäß Abschnitt 4.5 vorbehandelten Betonfläche wird an mindestens fünf Stellen die Oberflächenzugfestigkeit des Betons gemäß DIN EN 1542⁶ mit Ringnut ermittelt.

4.7.3 Kontrolle der Eigenschaften des Feinbetons

Die Kontrolle der Eigenschaften des Feinbetons erfolgt entsprechend Anlage 3, Tabelle 1.

4.7.4 Kontrolle nach der Ausführung

Die Ebenheit der Textilbetonschicht ist zu überprüfen. Dabei darf auf einer Prüfstrecke von 30 cm die Abweichung von einer ebenen Fläche nicht mehr als $\Delta h = 1$ mm betragen.

Einsinnige Krümmungen, welche die gezogenen Textilbetonschichten gegen den Altbeton drücken (konvexe Krümmungen), sind zulässig. Einsinnige Krümmungen, welche die gezogenen Textilbetonschichten vom Altbeton wegziehen (konkave Krümmungen), sind nicht zulässig.

Vor Belastung des verstärkten Bauteils sind Abreißprüfungen nach Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 9 an Stellen durchzuführen, an denen der Wegfall des Bewehrungsquerschnitts durch die Ringbohrung keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit hat. Diese Stellen sind durch den Tragwerksplaner vorzugeben. Bei diesen Abreißprüfungen muss immer Versagen im Altbeton auftreten (siehe Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 9).

Weiterhin sind vor der Belastung des Bauwerks Verbundprüfungen (siehe Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 10) an gesondert hergestellten Textilbetonprobekörpern durchzuführen. Die gesondert hergestellten Prüfkörper sind aus denselben Feinbetonmischungen und Chargen der Textilbewehrung wie die Textilbetonschicht herzustellen und unter den gleichen Bedingungen zu lagern, wie das verstärkte Bauteil selbst.

4.8 Überwachung der Ausführung

4.8.1 Allgemeines

Für die Überwachung der Ausführung gilt die DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen"⁸, Teil 3, Abschnitt 2. Neben der Überwachung durch das ausführende Unternehmen besteht eine Überwachungspflicht durch den Antragsteller.

Die Voraussetzungen gemäß Abschnitt 4.8.2 sowie die Vollständigkeit der Überwachung durch den Bauausführenden sind im Abstand von drei Jahren durch den Antragsteller zu kontrollieren, der die Bescheinigung über die Eignung des Betriebes gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ erteilt hat.

4.8.2 Voraussetzungen

Der ausführende Betrieb muss seine Eignung zur bestimmungsgemäßen Herstellung von Verstärkungen von Betonbauteilen mit Textilbeton durch eine geltende Bescheinigung gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ des Antragstellers nachweisen.

Der Betrieb muss über eine qualifizierte Führungskraft und über Baustellenfachpersonal gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton"⁴ verfügen.

4.8.3 Aufzeichnungen

Jeder ausführende Betrieb hat eine Liste der ausgeführten Bauobjekte zu führen und der Überwachungsstelle auf Verlangen vorzulegen. Die Liste muss mindestens folgende Angaben enthalten:

1. Name, Ort und Art des Bauobjektes
2. Beschreibung des verstärkten Bauteils
3. Anzahl der Lagen und Abmessungen der Textilbewehrung
4. Aufsteller und Prüfer der statischen Berechnung, Verstärkungsgrad
5. Zeitpunkt der Verstärkung
6. Eigenschaften von Beton und Betonstahl nach Abschnitt 4.2
7. Art, Bezeichnung und Menge des verbrauchten Feinbetons
8. Name des Bauleiters und des Kolonnenführers, der Spritzbeton oder das Auftragen des Feinbetons per Hand bereits ausgeführt hat (SIVV-Schein)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-31.10-182

Seite 15 von 15 | 6. Juni 2014

9. Ergebnisse der folgenden Kontrollen bzw. Prüfungen:
- Lufttemperatur und Bauteiltemperatur,
 - relative Luftfeuchten,
 - Oberflächenzugfestigkeit des Betons vor dem Verstärken,
 - Einstellung des Mantelluft-Drucks nach Anlage 4, Abschnitt 3
 - Abreißprüfung der Textilbetonschicht nach Abschnitt 4.7.4 bzw. Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 9,
 - Ebenheit der Textilbetonverstärkung und
 - Verbundtragfähigkeit der Textilbewehrung im Feinbeton nach Abschnitt 4.7.4 bzw. Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 10.

Gerhard Breitschaft
Präsident

Beglaubigt

Tabelle 1: **Prüfungen am Beschichtungsmittel** für das Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204

| | Prüfung | Anforderung | Häufigkeit |
|---|--|---|---|
| 1 | Thermogravimetrische Analyse am Beschichtungsfilm nach DIN EN ISO 11358 | muss den hinterlegten Daten entsprechen | jede 10. Charge, alle zwei Wochen oder nach jeweils 1 000 Tonnen, je nachdem, welcher Zeitpunkt früher erreicht ist (d. h., welche Variante die häufigsten Prüfungen erfordert) |
| 2 | Dynamische Differenzkalorimetrie am Beschichtungsfilm nach DIN EN ISO 11357-1 Bestimmung der Glasübergangstemperatur nach DIN EN ISO 11357-2 Bestimmung der Schmelz- und Kristallisierungstemperatur nach DIN EN ISO 11357-3 | | |
| 3 | Infrarotanalyse nach DIN EN 1767 | | zweimal jährlich |

Tabelle 2: **Werkseigene Produktionskontrolle für die Bewehrungstextilien**

| | Komponente/Produktionsschritt | Prüfung | Anforderung | Häufigkeit |
|---|---|---|---|--|
| 1 | Carbonfilamentgarne | Wareneingangskontrolle über Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204:2005-01 | Übereinstimmung mit den beim DIBt hinterlegten Daten | jede Rohmaterial-Charge |
| 2 | Beschichtungs-komponenten | | | jede Rohmaterial-Charge |
| 3 | Herstellung des Bewehrungstextils | Sichtkontrolle auf Fehlstellen und deren Markierung am Warenrand | | Laufend |
| 4 | Beschichten, Trocknen und Vernetzen der Beschichtung auf dem Bewehrungstextil | Flächengewicht Textilbewehrung unbeschichtet [g/m ²] nach DIN EN 12127, Beschichtungsmittelanteil im Textil | siehe "Besondere Bestimmungen" Tabelle 1, Zeilen 9 und 11 | zu Beginn jeder Produktionscharge, danach 2 mal pro 1000 laufende Meter (nur Beschichtungsmittelanteil) |
| 5 | Beschichtetes Bewehrungstextil | Qualität der Imprägnierung der Garne mit dem Beschichtungsmittel | Sichtkontrolle | wie 4 |
| 6 | Beschichtetes Bewehrungstextil | Festigkeit beschichteter Carbonfilamentgarne (aus dem Textil entnommen) | siehe "Besondere Bestimmungen" Tabelle 1, Zeile 6 | zu Beginn jeder Produktionscharge und nach jedem Spulenwechsel der Kettgarne, mindestens jedoch 1mal pro 2000 laufende Meter |
| 7 | | Zugfestigkeit Textilbeton nach Abschnitt 3 von Anlage 1 | siehe Abschnitt 3.3 von Anlage 1 | Erstprüfung: 10 Proben aus den ersten 100 m ² oder 10 Proben in der ersten Produktionswoche Laufende Produktion: 5 Proben je laufende 400 m ² oder 5 Proben je Produktionswoche |
| 8 | | Verbundfestigkeit Textilbeton nach Abschnitt 4 von Anlage 1 | siehe Abschnitt 4.3 von Anlage 1 | wie 7 |

Fremdüberwachung für die Bewehrungstextilien

Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle und alle Prüfungen stichprobenartig

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung
Beschichtungsmittel und Bewehrungstextil

Anlage 1
Seite 1 von 7

Prüfung des Bewehrungstextils in Verbindung mit dem Feinbeton

1 Probenherstellung

Die verwendeten Probekörper werden, wie in Bild 1 gezeigt, unter Verwendung der in Bild 1 oder 2 der "Besonderen Bestimmungen" gezeigten textilen Bewehrung im Handlaminierverfahren zunächst als großformatige Textilbetonplatten auf glatten nicht saugenden Stahlschalungen hergestellt. Der Einbau der erforderlichen Anzahl an Textil- und Feinbetonlagen erfolgt abwechselnd, beginnend und abschließend mit einer Feinbetonschicht. Die Bewehrungslagen sind symmetrisch zur Probendicke, eben und parallel zur Plattenoberfläche angeordnet. Die Kettfäden verlaufen in Längsrichtung. Nach dem Aufbringen der oberen Betondeckschicht wird diese glatt abgezogen.



Bild 1: Herstellung der Textilbetonplatte im Handlaminierverfahren

2 Zuschnitt, Lagerung und Nachbehandlung

Die Lagerung der Proben erfolgt in Anlehnung an DIN 18555-3, Tabelle 1. Im Anschluss an die Herstellung bleiben die Textilbetonplatten für drei Tage bei einer Temperatur von ca. 20 °C, gegen Austrocknen geschützt, in der Schalung. Nach dem Ausschalen folgt eine Aufbewahrung bis zum 7. Tag in Wasser (20 °C). Anschließend werden die Proben bis zum Prüftermin in der Klimakammer bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte gelagert. Der Zuschnitt der Einzelproben aus den Textilbetonplatten (siehe Abschnitte 3 und 4) erfolgt nach ca. 21 Tagen mit einer wassergekühlten, diamantbesetzten Säge. Es ist in Prüfrichtung auf eine symmetrische Garnanordnung zu achten. Ein Ansägen einzelner in Prüfrichtung verlaufender Garne ist zu vermeiden. Der Prüfung erfolgt bei einem Probenalter von 28 Tagen.

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung
Beschichtungsmittel und Bewehrungstextil

Anlage 1
Seite 2 von 7

3 Zugfestigkeit des Textilbetons

3.1 Probekörper und Versuchsaufbau

Die Überprüfung der einaxialen Zugfestigkeit der textilen Bewehrungen in Textilbeton erfolgt anhand von zweilagig textilbewehrten Probekörpern mit Abmessungen von 1200 mm x 60 mm x 9/15 mm (Bild 2), welche aus großformatigen Textilbetonplatten so zugeschnitten werden, dass die Kettfäden in Längsrichtung verlaufen, siehe Abschnitt 1.

Für die Sicherstellung eines Zugbruchversagens und zur Vermeidung eines vorzeitigen Auszuges der Garne aus dem Lasteinleitungsbereich werden bei der Probekörperherstellung Bewehrungszulagen in den beidseitigen Endverankerungsbereichen angeordnet. Außerdem werden die textilen Bewehrungen einschließlich der Zulagen in den Endverankerungsbereichen mit einer zusätzlichen verbundverbessernden Beschichtung mit Epoxidharz und Sand versehen. Dies führt außerhalb des mittleren Untersuchungsbereiches zu einer Erhöhung der Probekörperdicke von 9 auf 15 mm siehe Bild 2.

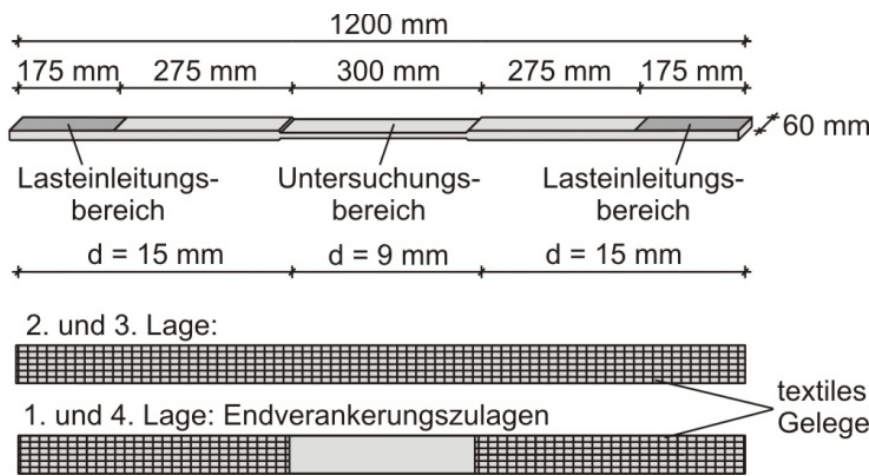


Bild 2: Probekörperaufbau für den Zugversuch

Für den einaxialen Zugversuch werden die Proben im oberen und unteren Lasteinleitungsbereich zwischen Stahlplatten auf einer Länge von jeweils 175 mm gleichmäßig geklemmt (Bild 3). Zwischen den stählernen Klemmböcken und der Probenoberfläche erfolgt die Anordnung einer Ausgleichsschicht aus 0,5 mm dickem Schleifgewebe. Der Anpressdruck wird so festgelegt, dass sowohl ein Rutschen der Probe in der Lasteinleitung als auch ein Überschreiten der Druckfestigkeit der Probe zwischen den Lasteinleitungsplatten vermieden wird.

Um eine Spaltrissbildung im Bereich des Höhengsprunges zu vermeiden, ist hier eine zusätzliche kleinteilige Klemmung, bestehend aus beidseitigen Stahlblechen mit den Abmessungen 100 mm x 30 mm x 5 mm und beidseitiger Verschraubung, anzubringen.

| | |
|--|--|
| <p>Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)</p> | <p>Anlage 1 Seite 3 von 7</p> |
| <p>Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung Beschichtungsmittel und Bewehrungstextil</p> | |

3.2 Versuchsdurchführung und Messgrößen

Nach dem Anbau der oberen und unteren Lasteinleitungsstruktur erfolgt der Einbau der Proben in eine servohydraulische Prüfmaschine der Genauigkeitsklasse 1 nach DIN EN 12390-4 mit einem Messbereich bis mindestens 60 kN. Die Lasteinleitungsstruktur ist dabei jeweils über eine Gelenkstruktur mit der Prüfmaschine verbunden, sodass die Lasteinleitung querkraft- und momentenfrei erfolgt. Zur Ausrichtung der Probe wird eine Vorlast von 0,20 kN aufgebracht. Die weitere Belastung wird verformungsgesteuert mit einer Belastungsgeschwindigkeit von ca. 1 mm/min durchgeführt. Während des Zugversuches werden die Maschinenkraft F , der Maschinenweg s sowie die Längenänderung Δl im Untersuchungsbereich auf der Vorder- und Rückseite der Probe durch beidseitig angebrachte Extensometer mit einer Messlänge $l = 200$ mm bestimmt. Die Aufzeichnung erfolgt mit einer Messrate von 5 Hz. Die Anzahl der zu prüfenden Probekörper ergibt sich bei der werkseigenen Produktionskontrolle des Bewehrungstextils nach Anlage 1, Tabelle 2, Zeile 7.

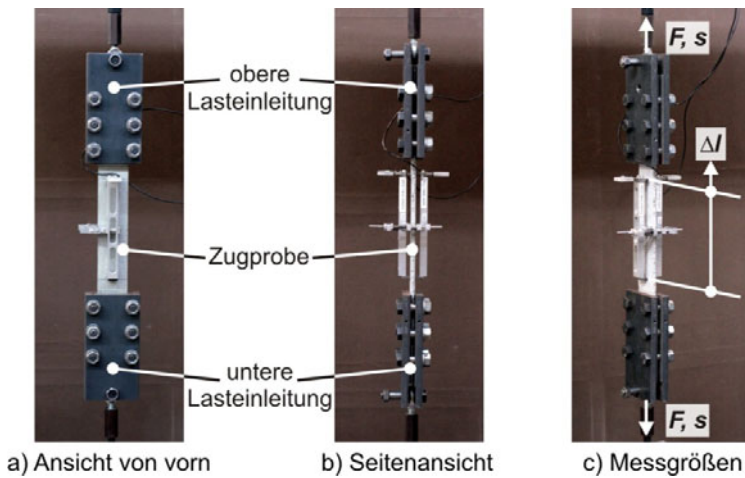


Bild 3: prinzipieller Versuchsaufbau des Zugversuchs

3.3 Dokumentation und Versuchsauswertung

Als Ergebnis des Dehnkörperversuches sind die Bruchkraft F_u sowie die zugehörige Längenänderung Δl_u im Bereich der beidseitig angeklebten Extensometer zu bestimmen. Unter Beachtung der Anzahl der im Querschnitt vorhandenen Garne n , der Querschnittsfläche eines Kettfadens $A_{1\text{texK}}$ sowie der Messlänge l wird die Bruchspannung bezogen auf den Textilquerschnitt $f_{y,\text{tex}}$ sowie die zugehörige Bruchdehnung $\epsilon_{\text{tex},u}$ nach Gl. (3.1) und Gl. (3.2) bestimmt.

$$f_{y,\text{tex}} = F_u / (n \cdot A_{1\text{texK}}) \quad (3.1)$$

$$\epsilon_{\text{tex},u} = \Delta l_u / l \quad (3.2)$$

Die nachgewiesenen Bruchspannungen dürfen folgende Werte nicht unterschreiten:

Einzelwerte $f_{y,\text{tex},i} \geq 1800 \text{ N/mm}^2$

Mittelwert aus den letzten 10 Proben $f_{y,\text{tex},m} \geq 1950 \text{ N/mm}^2$

Hierbei muss das Verhältnis von Bruchspannung zu Bruchdehnung $f_{y,\text{tex}}/\epsilon_{\text{tex},u}$ innerhalb des nachfolgend dargestellten Wertebereiches liegen.

Einzelwerte $160.000 \text{ N/mm}^2 \leq f_{y,\text{tex},i}/\epsilon_{\text{tex},u,i} \leq 300.000 \text{ N/mm}^2$

Mittelwert aus den letzten 10 Proben $170.000 \text{ N/mm}^2 \leq f_{y,\text{tex},m}/\epsilon_{\text{tex},u,m} \leq 240.000 \text{ N/mm}^2$

4 Verbundfestigkeit des Textils zum Feinbeton

4.1 Probekörper und Versuchsaufbau

Die einlagig textilbewehrten Probekörper besitzen Abmessungen von ca. 275 mm × 60 mm × 9 mm (Bild 4). Die Kettfäden verlaufen dabei in Längsrichtung. Die Krafteinleitung in die Probe erfolgt an der Ober- und an der Unterseite der Probe außerhalb der Auszugsbereiche über eine Klemmvorrichtung. Der obere, kurze Verankerungsbereich l_E wird nach unten hin durch die Anordnung einer Sollrissstelle mittels beidseitiger Sägeschnitte begrenzt. Über die Anordnung eines Sägeschnittes unterhalb der Klemmeinspannung mit einer Durchtrennung des zu prüfenden Kettfadens wird die obere Auszugslänge l_E für die untersuchte Textilkonfiguration mit dem jeweiligen einfachen Schussfadenabstand festgelegt. Der Schussfaden befindet sich dabei in der Mitte des oberen Verankerungsbereichs. Es wird jeweils nur ein Garn geprüft. Dieses ist im unteren, langen Probenteil auf einer durch einen Sägeschnitt begrenzten Länge von 180 mm verankert.

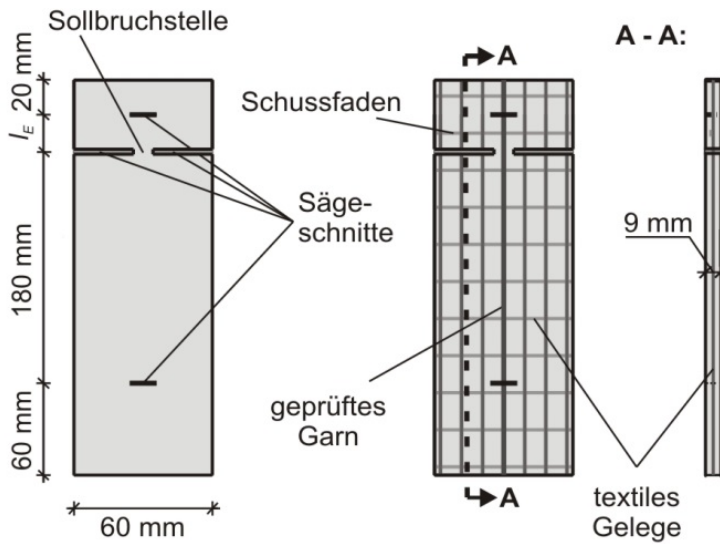


Bild 4: Probekörperaufbau für den Textilauszugsversuch

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-31.10-182

4.2 Versuchsdurchführung und Messgrößen

Nach dem Anbau der oberen Lasteinleitungsstruktur werden die Proben in eine servohydraulische Zugprüfmaschine der Genauigkeitsklasse 1 nach DIN EN 12390-4 mit einem geeigneten (kleinen) Messbereich eingespannt, siehe Bild 5. Der Kraftaufnehmer befindet sich an der Oberseite der Prüfmaschine.

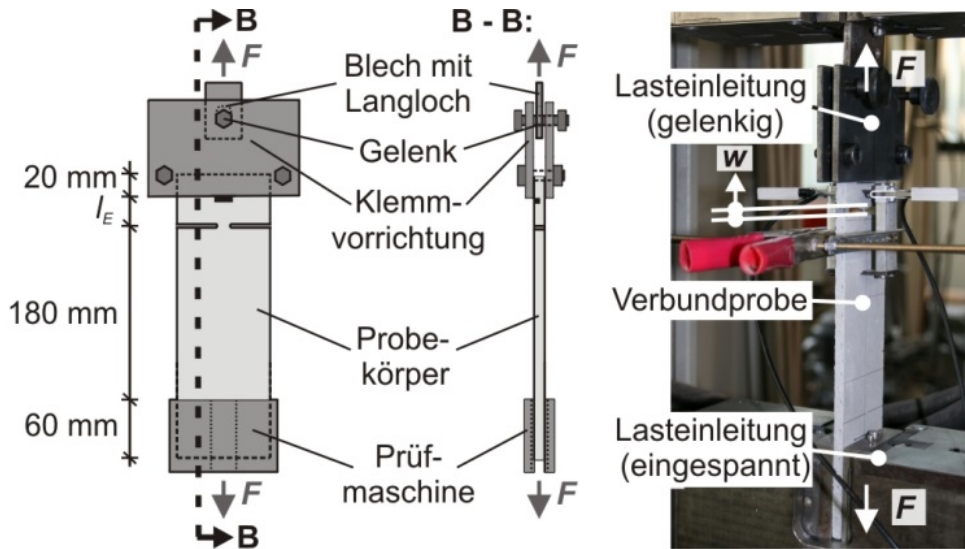


Bild 5: Versuchsaufbau des Textilauszugsversuchs

Die Auszugversuche erfolgen weggesteuert mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 1 mm/min. Als Messgrößen werden neben der Maschinenkraft F und dem Maschinenweg s die Rissöffnung w im Bereich der Sollbruchstelle mittels beidseitig angeklebter Extensometer aufgenommen. Die Messrate beträgt 5 Hz.

Das Eigengewicht der oberen Lasteinleitung sowie des oberen Probenteils muss für die Ermittlung der tatsächlichen Auszugskraft F_G durch eine Korrektur der gemessenen Maschinenkraft F gemäß Gl. (4.1) berücksichtigt werden.

$$F_G(w) = F(w) - F_{\text{korrr}} \tag{4.1}$$

Die Größe der Korrekturkraft F_{korrr} wird durch die nach dem vollständigen Auszug des Garnes, infolge des Eigengewichts des oberen Teils des Versuchsaufbaus, verbleibende Maschinenkraft festgelegt.

Die Anzahl der zu prüfenden Auszugskörper ergibt sich bei der werkseigenen Produktionskontrolle des Bewehrungstextils nach Anlage 1, Tabelle 2, Zeile 8 und bei der Überwachung auf der Baustelle nach Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 10.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-31.10-182

4.3 Dokumentation und Versuchsauswertung

Aus den aufgezeichneten Daten werden Verbundfluss-Rissöffnungs-Beziehungen abgeleitet. Diese werden in jeweils drei charakteristische Bereiche mit den Verbundwiderständen T_1 bis T_3 und den zugehörigen Rissöffnungen w_1 bis w_3 unterteilt, siehe Bild 6.

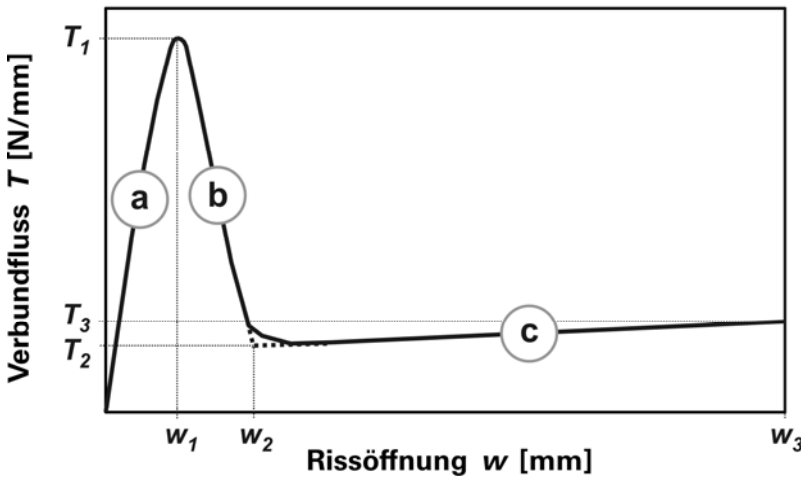


Bild 6: Verlauf der Verbundfluss-Rissöffnungskurve

Während sich die Punkte T_1 und T_2 beim Erreichen des Größtwertes des Auszugswiderstandes sowie beim Übergang vom abfallenden Ast (b) zum Bereich (c) ergeben, beschreibt der Punkt T_3 den Auszugswiderstand im Abschnitt (c) bei einer festgelegten Rissöffnung w_3 von 1,50 mm.

Der Verbundfluss errechnet sich nach Gl. (4.2).

$$T(w) = F_G(w) / l_E \tag{4.2}$$

Die charakteristischen Punkte T_2 und T_3 der Verbundfluss-Rissöffnungs-Beziehungen (siehe Bild 6) dürfen folgende Werte nicht unterschreiten:

| | |
|--------------------------------------|---|
| Einzelwerte | $T_{2,i}; T_{3,i} \geq 3,96 \text{ N/mm}^2$ |
| Mittelwert aus den letzten 10 Proben | $T_{2,m}; T_{3,m} \geq 4,72 \text{ N/mm}^2$ |

Zusätzlich wird für den charakteristischen Punkt T_1 der Verbundfluss-Rissöffnungs-Beziehungen eine Obergrenze definiert.

| | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Einzelwerte | $T_{1,i} \leq 33,7 \text{ N/mm}^2$ |
| Mittelwert aus den letzten 10 Proben | $T_{1,m} \leq 30,2 \text{ N/mm}^2$ |

Quelle:

LORENZ, E.; SCHÜTZE, E.; SCHLADITZ, F.; CURBACH, M.: Textilbeton – Grundlegende Untersuchungen im Überblick. Beton- und Stahlbetonbau 108 (2013), Heft 10, S. 711-722. doi: 10.1002/best201300041

Tabelle 1: Werkseigene Produktionskontrolle der Ausgangsstoffe des Feinbetons

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|--|--|
| | Gegenstand der Prüfung | Prüfung | Anforderung | Häufigkeit |
| 1 | Zement | Lieferschein und Verpackungsaufdruck bzw. Silozettel | Bezeichnung und Festigkeitsklasse gemäß den beim DIBt hinterlegten Angaben, Unterlagen zur Konformitätsbewertung | Jede Lieferung |
| 2 | Gesteinskörnung | Lieferschein ^{a, b} und Unterlagen zur Bescheinigung der Konformität, Sichtprüfung auf Art der Gesteinskörnung | Art und Herkunft gemäß den beim DIBt hinterlegten Angaben | Jede Lieferung |
| 3 | | Kornzusammensetzung, Siebanalyse nach DIN EN 933-1 | Übereinstimmung der Korngruppen mit den beim DIBt hinterlegten Korngrößenverteilungen | Jede Lieferung |
| 4 | | Prüfung auf Verunreinigungen und schädliche Bestandteile gemäß DIN EN 12620 unter Berücksichtigung von DIN 1045-2 | Einhalten der Bestimmungen von DIN EN 12620 unter Berücksichtigung von DIN 1045-2 Übereinstimmung mit der bestellten Korngruppe, Kornform, ausreichende Kornfestigkeit, keine Verunreinigungen | Jede Lieferung |
| 5 | Gesteinskörnung nach Trocknung | Restfeuchte | Restfeuchte i. M. $\leq 0,1$ M.-% (Einzelwert $\leq 0,2$ M.-%) | Jeder Produktionstag und vor erster Herstellung |
| 6 | | Kornzusammensetzung, Siebanalyse nach DIN EN 933-1 | Einhaltung der werkseitig vorgegebenen Zusammensetzung der Korngruppen | Mindestens je 1000 t bzw. alle 5 Produktionstage |
| 7 | Zusatzmittel ^c | Prüfung des Lieferscheins ^b und der Beschriftung auf dem Behälter nach DIN EN 934-6 | Sicherstellen, dass die Lieferung der Bestellung hinsichtlich Bezeichnung und Wirkungsgruppe entspricht. Unterlagen zur Konformitätsbewertung | Jede Lieferung |
| 8 | Zusatzstoffe, pulverförmig ^c | Prüfung des Lieferscheins ^b | Sicherstellen, dass die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat, Unterlagen zur Konformitätsbewertung | Jede Lieferung |

^a Der Lieferschein oder das Produktdatenblatt muss auch Angaben über den Höchstchloridgehalt enthalten sowie eine Klassifizierung hinsichtlich der Alkali-Kieselsäure-Reaktion nach der DAfStb Alkali-Richtlinie.

^b Dem Lieferschein muss eine Leistungserklärung des Herstellers, wie in der entsprechenden Norm oder Festlegung gefordert, beigefügt sein.

^c Es wird empfohlen, Proben bei jeder Lieferung zu entnehmen und zu lagern.

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

**Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung
 Ausgangsstoffe des Feinbetons**

**Anlage 2
 Seite 1 von 4**

Tabelle 2: Werkseigene Produktionskontrolle des Feinbetons

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------------------------|--|---|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---|----|-----|--------|------|------|---------|------|------|----------|------|------|----------|------|------|--|
| | Gegenstand der Prüfung | Prüfung | Prüfnorm | Anforderung | Häufigkeit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Bestandteile der Trockenmischung | Granulometrie (Durchgänge in M.-%) | DIN EN 12192-1 | <table border="0"> <tr> <td>Ø</td> <td>min %</td> <td>max %</td> </tr> <tr> <td>2 mm</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1 mm</td> <td>95</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>0,5 mm</td> <td>71,7</td> <td>81,7</td> </tr> <tr> <td>0,25 mm</td> <td>51,7</td> <td>61,7</td> </tr> <tr> <td>0,125 mm</td> <td>44,5</td> <td>54,5</td> </tr> <tr> <td>0,063 mm</td> <td>40,9</td> <td>50,9</td> </tr> </table> | Ø | min % | max % | 2 mm | 100 | 100 | 1 mm | 95 | 100 | 0,5 mm | 71,7 | 81,7 | 0,25 mm | 51,7 | 61,7 | 0,125 mm | 44,5 | 54,5 | 0,063 mm | 40,9 | 50,9 | Jede zehnte Charge, alle 50 t, mindestens einmal je Produktionstag |
| Ø | min % | max % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 mm | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 mm | 95 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 mm | 71,7 | 81,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 mm | 51,7 | 61,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,125 mm | 44,5 | 54,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,063 mm | 40,9 | 50,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Frischbeton | Ausbreitmaß t = 10 Minuten | DIN EN 1015-3 | 17 cm bis 21 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Rohdichte t = 10 Minuten | DIN EN 1015-6 | 2,07 kg/dm ³ bis 2,27 kg/dm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Luftporengehalt t = 10 Minuten | DIN EN 1015-7 | 1,5 Vol.-% bis 4,5 Vol.-% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Festbeton | Biegezugfestigkeit ¹ | DIN EN 196-1 | <table border="0"> <tr> <td>24h</td> <td>≥ 3,0 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>7d</td> <td>≥ 5,0 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>28d</td> <td>≥ 5,5 N/mm²</td> </tr> </table> | 24h | ≥ 3,0 N/mm ² | 7d | ≥ 5,0 N/mm ² | 28d | ≥ 5,5 N/mm ² | Jede zehnte Charge, nach jeweils 50 t, mindestens einmal je Produktionstag. Je nachdem welche Variante die häufigsten Prüfungen erfordert | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24h | | ≥ 3,0 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7d | | ≥ 5,0 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28d | ≥ 5,5 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Druckfestigkeit ¹ | DIN EN 196-1 Lagerung der Probekörper gemäß DIN EN 12390-2, Anhang NA. | <table border="0"> <tr> <td>24h</td> <td>≥ 15,0 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>7d</td> <td>≥ 40,0 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>28d</td> <td>≥ 80,0 N/mm²</td> </tr> </table> | 24h | ≥ 15,0 N/mm ² | 7d | ≥ 40,0 N/mm ² | 28d | ≥ 80,0 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24h | ≥ 15,0 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7d | ≥ 40,0 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28d | ≥ 80,0 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Rohdichte | DIN EN 1015-6 | 1,95 kg/dm ³ bis 2,15 kg/dm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | Gehalt an Zusatzstoffen | Aufzeichnen der zugegebenen Menge | Überprüfen des Gehaltes in Übereinstimmung mit den beim DIBt hinterlegten Angaben | Jede Charge | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | Gehalt an Zusatzmittel | Aufzeichnen der zugegebenen Menge | | Jede Charge | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ Mittelwert eines Prismensatzes, mindestens drei Prismensätze

Fremdüberwachung des Feinbetons

Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle und alle Prüfungen nach Tabellen 1 und 2 stichprobenartig.

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung des Feinbetons

**Anlage 2
Seite 2 von 4**

Tabelle 3: Kontrolle der Werksausstattung

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--------------------|--|---|
| | Gegenstand der Prüfung | Prüfung | Anforderungen | Häufigkeit |
| 1 | Abmessvorrichtung für den Zement | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | Je Herstelltag |
| | | | Einhalten der Sollmasse mit einer Genauigkeit von 3 % | Vor Beginn der Herstellung, dann mindestens monatlich |
| 2 | Abmessvorrichtung für die Gesteinskörnung | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | Je Herstelltag |
| | | | Einhalten der Sollmasse mit einer Genauigkeit von 3 % | Vor Beginn der Herstellung, dann mindestens monatlich |
| 3 | Abmessvorrichtung für die Betonzusatzstoffe | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | Je Herstelltag |
| | | | Einhalten der Sollmasse mit einer Genauigkeit von 3 % | Vor Beginn der Herstellung, dann mindestens monatlich |
| 4 | Abmessvorrichtung für die Betonzusatzmittel | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | Je Herstelltag |
| | | | Einhalten der Sollmasse oder der Sollmenge mit einer Genauigkeit von 3 % | Vor Beginn der Herstellung, dann mindestens monatlich |
| 5 | Mischwerkzeuge | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | Vor Beginn der Herstellung, dann mindestens monatlich |
| 6 | Abfüllvorrichtungen | Funktionskontrolle | Innerhalb der Verkehrsfehlergrenzen gemäß Eichgesetz | Mindestens je Herstelltag |
| 7 | Mess- und Laborge-räte | Funktionskontrolle | Ausreichende Messgenauigkeit | Vor Inbetriebnahme, dann in angemessenen Zeitspannen |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung
 Kontrolle der Werksausstattung

Anlage 2
 Seite 3 von 4

Normative Verweise:

- DIN EN 12620:2008-07 Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008
- DIN V 18004:2004-04 Anwendungen von Bauprodukten in Bauwerken - Prüfverfahren für Gesteinskörnungen nach DIN V 20000-103 und DIN V 20000-104
- DIN 1045-2:2008-08 DIN 1045-2:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- DIN EN 933-1:2012-03 Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung - Siebverfahren; Deutsche Fassung EN 933-1:2012
- DIN EN 934-6:2006-03 Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 6: Probenahme, Konformitätskontrolle und Bewertung der Konformität; Deutsche Fassung EN 934-6:2001 + A1:2005
- DIN EN 12192-1:2002-09 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Korngrößenverteilung - Teil 1: Prüfverfahren für Trockenkomponenten von Fertigmörtel; Deutsche Fassung EN 12192-1:2002
- DIN EN 12390-2:2009-08 Prüfung von Festbeton - Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390-2:2009
 DIN EN 12390-2 Ber.1:2012-02 Prüfung von Festbeton - Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen, Berichtigung zu DIN EN 12390-2:2009-08
- DIN EN 1015-3:2007-05 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch); Deutsche Fassung EN 1015-3:1999 + A1:2004 + A2:2006
- DIN EN 1015-6:2007-05 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte von Frischmörtel; Deutsche Fassung EN 1015-6:1998 + A1:2006
- DIN EN 1015-7:1998-12 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 7: Bestimmung des Luftgehaltes von Frischmörtel; Deutsche Fassung EN 1015-7:1998
- DIN EN 196-1:2005-05 Prüfverfahren für Zement; Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
- Richtlinie SIB des DAfStb Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.):
 "DAfStb Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Oktober 2001 " Berlin: Beuth, 2001 (Vertriebs Nr. 65030)
 und
 2. Berichtigung zur "DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie) Ausgabe Oktober 2001 –" Ausgabe der 2. Berichtigung: Dezember 2005
 Berlin: Beuth, 2005 (Vertriebs Nr. 65030)

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung

**Anlage 2
 Seite 4 von 4**

Tabelle 1: Kontrolle der Eigenschaften des Feinbetons auf der Baustelle

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------------|---|--|--|
| | Gegenstand der Prüfungen | Prüfverfahren | Anforderung | Häufigkeit der Prüfung |
| 1 | Trockenmischung | Angaben auf dem Gebinde oder Begleitzettel | Augenscheinprüfung/ Übereinstimmung mit der Systembezeichnung | Jede Lieferung |
| 2 | Zugabewasser | Prüfung nach DIN EN 1008 | Sicherstellen, dass das Wasser frei von betonschädlichen Bestandteilen ist | Sofern es sich nicht um Trinkwasser handelt oder wenn eine neue Quelle erstmalig verwendet wird |
| 3 | Frischbeton | Sichtprüfung | Kein Bluten oder Separieren erkennbar | jede Mischung |
| 4 | | Frischbetonkonsistenz gemäß DIN EN 1015-3, Ausbreitmaß $t = 10$ Minuten | 17 cm bis 21 cm | Bei Herstellung der Probekörper für die Festigkeitsprüfung sowie in Zweifelsfällen |
| 5 | | Frischmörtel-Rohdichte nach DIN EN 1015-6 | 2,07 kg/dm ³ bis 2,27 kg/dm ³ | je 100 m ² , mindestens einmal je Arbeitstag |
| 6 | Erhärteter Feinbeton | Prüfung nach DIN EN 196-1 Lagerung der Probekörper gemäß DIN EN 12390-2 Anhang NA | Biegezugfestigkeit ¹ : 7d mindestens 5,0 N/mm ² 28d mindestens 5,5 N/mm ² | Eine Prüfung je angefangene 250 m ² oder mindestens 3 Prüfungen je Projekt |
| 7 | | Prüfung nach DIN EN 196-1 Lagerung der Probekörper gemäß DIN EN 12390-2, Anhang NA | Druckfestigkeit ¹ 7d mindestens 40,0 N/mm ² 28d mindestens 72,0 N/mm ² | |
| 8 | | Rohdichte gemäß DIN EN 196-1 | 1,95 kg/dm ³ bis 2,15 kg/dm ³ | Bei Prüfung der Druckfestigkeit |
| 9 | | Haftfestigkeit am Bauwerk gemäß DIN EN 1542, entsprechend "Besondere Bestimmungen", Abschnitt 4.7.4 | Versagen in der Altbetonschicht | Eine Prüfung je angefangene 250 m ² oder mindestens 3 Prüfungen je Projekt, Mindestens drei Proben je Prüfung |

¹ Anforderungen beziehen sich auf den Mittelwert eines Prismensatzes von mindestens drei Prismen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Kontrolle der Eigenschaften des Feinbetons auf der Baustelle

**Anlage 3
 Seite 1 von 3**

Tabelle 1 (Fortsetzung): Kontrolle der Eigenschaften des Feinbetons auf der Baustelle

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|---|---|--|
| | Gegenstand der Prüfungen | Prüfverfahren | Anforderung | Häufigkeit der Prüfung |
| 10 | Gesondert hergestellte Textilbetonprüfkörper nach Anlage 1, Abschnitt 4.1 | Verbundprüfung entsprechend Anlage 1, Abschnitt 4 | Anforderungen gemäß Anlage 1, Abschnitt 4.2 | Eine Prüfung je angefangene 250 m ² oder mindestens 3 Prüfungen je Projekt. Mindestens drei Proben je Prüfung |

Tabelle 2: Kontrolle der Technischen Einrichtungen zur Prüfung und Herstellung des Feinbetons

| | Gegenstand der Prüfungen | Prüfung | Anforderungen | Häufigkeit der Prüfung |
|---|--|--------------------|--|------------------------------------|
| 1 | Mess- und Laborgeräte | Funktionskontrolle | Ausreichende Messgenauigkeit und Ablesbarkeit | Bei Inbetriebnahme, dann monatlich |
| 2 | Abmessvorrichtung für das Trockengemisch (bei Großgebinden mit chargenweiser Entnahme) | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | jeder Herstelltag |
| | | | Einhalten der Sollmasse mit einer Genauigkeit von 3 M.-% | monatlich |
| 3 | Abmessvorrichtung für Wasser und flüssige Betonzusatzmittel | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | jeder Herstelltag |
| | | | Einhalten der Sollmenge mit einer Genauigkeit von 3 % | monatlich |
| 4 | Mischwerkzeuge | Funktionskontrolle | Einwandfreies Arbeiten | je Herstelltag |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Kontrolle der technischen Einrichtungen zur Prüfung und Herstellung des Feinbetons

Anlage 3
 Seite 2 von 3

Normative Verweise:

- DIN EN 1015-3:2007-05 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch); Deutsche Fassung EN 1015-3:1999 + A1:2004 + A2:2006
- DIN EN 1015-6:2007-05 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte von Frischmörtel; Deutsche Fassung EN 1015-6:1998 + A1:2006
- DIN EN 1015-7:1998-12 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 7: Bestimmung des Luftgehaltes von Frischmörtel; Deutsche Fassung EN 1015-7:1998
- DIN EN 1015-10:2007-05 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 10: Bestimmung der Trockenrohddichte von Festmörtel; Deutsche Fassung EN 1015-10:1999 + A1:2006
- DIN EN 1008:2002-10 Zugabewasser für Beton - Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton; Deutsche Fassung EN 1008:2002
- DIN EN 12390-2:2009-08 Prüfung von Festbeton - Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390-2:2009
 DIN EN 12390-2Ber.1:2012-02 Prüfung von Festbeton - Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen;
 Deutsche Fassung EN 12390-2:2009, Berichtigung zu DIN EN 12390-2:2009-08
- DIN EN 1542:1999-07 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch; Deutsche Fassung EN 1542:1999
- DIN EN 196-1:2005-05 Prüfverfahren für Zement; Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
- Richtlinie SIB des DAfStb Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): "DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Oktober 2001 "2. Berichtigung zur „DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie) - Ausgabe Oktober 2001 - Ausgabe der 2. Berichtigung: Dezember 2005 - Berlin: Beuth, 2005 (Vertriebs-Nr. 65030)

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Kontrolle der Eigenschaften des Feinbetons auf der Baustelle

**Anlage 3
 Seite 3 von 3**

1 Allgemeine Hinweise

Die Applikation des Feinbetons erfolgt im Dichtstrom-Nassspritzverfahren mit der "MAWO" Mörtel-Spritzdüse. Für den Auftrag des TUDALIT Feinbeton wird die MAWO-Düse in der Ausführung "Fein" verwendet.

Die gebrauchsfertige Feinbeton-Nassmischung wird mittels einer Mörtelpumpe bis zur MAWO-Düse gefördert und dort mit der zugeführten Druckluft ummantelt, beschleunigt und auf die Auftragsfläche gespritzt. Der Abstand der Spritzdüse zu Auftragsfläche sollte mindestens 30 cm betragen. Bauseitig ist für eine zuverlässige Funktion der Spritzdüse eine Druckluftbereitstellung von mindestens 5 m³/Minute erforderlich. Der Mantelluft-Druck ist gemäß den Empfehlungen in Abschnitt 3 einzustellen.

2 Beschreibung der MAWO-Düse

Die MAWO-Düse besteht aus der MAWO Mörtelzuführung in Abbildung 1 und der Düse in Abbildung 2. Die Abbildung 3 zeigt die MAWO Mantelluftstromdüse im gebrauchsfertigen Zustand. Die Anschlüsse der Spritzdüse haben folgende Abmessungen: 1" Außengewinde, Schlauchaufnahme DN 25 oder DN 35.



Bild 1: Mörtelzuführung



Bild 2: MAWO-Düse



Bild 3: MAWO Mantelluftstromdüse

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

MAWO Mantelluftstromdüse

Anlage 4
Seite 1 von 2

3 Empfehlungen zur Einstellung des Mantelluft-Drucks

Die Einstellung der Druckluftunterstützung bzw. des Mantelluft-Drucks erfolgt durch den Düsenführer je nach Lage des Bauteils und nach Abstand der Düse zur Spritzunterlage. Nachfolgend wird ein bauseitig durchzuführendes Näherungsverfahren zur Überprüfung des Mantelluft-Drucks vorgestellt.

Die Prüfung erfolgt ohne Spritzgut. Es wird der Luftdruck im Bereich der Mantelstromdüse eingestellt. Der Luftstrom wird in einen Eimer mit einem Abstand zum Eimerboden von ca. 30 cm, mittig eingeleitet. Die Höhe des Eimers soll ca. 25 cm und der Durchmesser ca. 27,5 cm betragen. Die aus dem Luftstrom resultierende Druckkraft wird mittels einer digitalen Waage bestimmt. Die Waage ist nach Aufsetzen des Eimers zu tarieren. Der Versuchsaufbau ist in Bild 4 dargestellt. Der maximal zulässige Mantelluft-Druck beträgt 0,75 bar, was einem Anzeigewert der Waage von 390 g entspricht.



Bild 4: Versuchsanordnung zur Einstellung des Mantelluft-Drucks

Die nachstehende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Mantelluft-Druck und Anzeigewert der Waage.

Tabelle 1: Anzeigewert der Digitalwaage und Mantelluft-Druck.

| Anzeige in Gramm | Mantelluft-Druck in bar |
|------------------|-------------------------|
| 130 | 0,25 |
| 260 | 0,50 |
| 390 | 0,75 |

Vorwort

(abZ 1) Das Präfix abZ kennzeichnet in dieser Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung die zur DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA² ergänzten Abschnitte, Absätze, Bilder, Tabellen und Gleichungen.

(abZ 2) Diese Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung regelt die Bemessung der Verstärkung von Stahlbetonbauteilen mit Textilbeton.

(abZ 3) Diese Anlage ist inhaltlich entsprechend DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA² aufgebaut. Soweit nachfolgend nicht anders geregelt, gelten die entsprechenden Abschnitte von DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA².

- | | | |
|---|----------------------------|---|
| 1 | DIN EN 1992-1-1:2011-01 | Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 |
| 2 | DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 | Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
Seite 1 von 28**

| Inhaltsverzeichnis | | Seite |
|---|---|--|
| 1 | ALLGEMEINES | 8 |
| 1.1 | Anwendungsbereich | 8 |
| 1.1.1 | Anwendungsbereich des Eurocode 2 | 8 |
| 1.1.2 | Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1 | 8 |
| abZ 1.1.3 | Anwendungsbereich der der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung | 8 |
| 1.2 | Normative Verweisungen | 8 |
| 1.2.1 | Allgemeine normative Verweisungen | 8 |
| 1.2.2 | Weitere normative Verweisungen | 8 |
| 1.3 | Annahmen | 8 |
| 1.4 | Unterscheidungen zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln | 8 |
| 1.5 | Begriffe | 9 |
| 1.5.1 | Allgemeines | 9 |
| 1.5.2 | Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm | 9 |
| 1.6 | Formelzeichen | 9 |
| 2 | GRUNDLAGEN DER TRAGWERKSPLANUNG | 10 |
| 2.1 | Anforderungen | 10 |
| 2.1.1 | Grundlegende Anforderungen | 10 |
| 2.1.2 | Behandlung der Zuverlässigkeit | 10 |
| 2.1.3 | Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung | 10 |
| 2.2 | Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen | 10 |
| 2.3 | Basisvariablen | 10 |
| 2.3.1 | Einwirkungen und Umgebungseinflüsse | 10 |
| 2.3.2 | Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen | 11 |
| 2.3.3 | Verformungseigenschaften des Betons | 11 |
| 2.3.4 | Geometrische Angaben | 11 |
| 2.4 | Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten | 11 |
| 2.4.1 | Allgemeines | 11 |
| 2.4.2 | Bemessungswerte | 11 |
| 2.4.3 | Kombinationsregeln für Einwirkungen | 11 |
| 2.4.4 | Nachweis der Lagesicherheit | 11 |
| 2.5 | Versuchsgestützte Bemessung | 11 |
| 2.6 | Zusätzliche Anforderungen an Gründungen | 11 |
| 2.7 | Anforderungen an Befestigungsmittel | 11 |
| NA.2.8 | Bautechnische Unterlagen | 11 |
| NA.2.8.1 | Umfang der bautechnischen Unterlagen | 11 |
| NA.2.8.2 | Zeichnungen | 11 |
| NA.2.8.3 | Statische Berechnungen | 12 |
| NA.2.8.4 | Baubeschreibung | 12 |
| Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton) | | Anlage 5 Seite 2 von 28 |
| Grundlagen der Bemessung | | |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | BAUSTOFFE | 12 |
| 3.1 | Beton | 12 |
| 3.1.1 | Allgemeines | 12 |
| 3.1.2 | Festigkeiten | 12 |
| 3.1.3 | Elastische Verformungseigenschaften | 12 |
| 3.1.4 | Kriechen und Schwinden | 12 |
| 3.1.5 | Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen. | 12 |
| 3.1.6 | Bemessungswert der Betondruck- und Betonzugfestigkeit | 12 |
| 3.1.7 | Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung | 12 |
| 3.1.8 | Biegezugfestigkeit | 12 |
| 3.1.9 | Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung | 12 |
| 3.2 | Betonstahl | 13 |
| 3.2.1 | Allgemeines | 13 |
| 3.2.2 | Eigenschaften | 13 |
| 3.2.3 | Festigkeiten | 13 |
| 3.2.4 | Duktilitätsmerkmale | 13 |
| 3.2.5 | Schweißen | 13 |
| 3.2.6 | Ermüdung | 13 |
| 3.2.7 | Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung | 13 |
| 3.3 | Spannstahl | 13 |
| 3.3.1 | Allgemeines | 13 |
| 3.3.2 | Eigenschaften | 13 |
| 3.3.3 | Festigkeiten | 13 |
| 3.3.4 | Duktilitätseigenschaften | 13 |
| 3.3.5 | Ermüdung | 13 |
| 3.3.6 | Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung | 13 |
| 3.3.7 | Spannstähle in Hüllrohren | 13 |
| 3.4 | Komponenten von Spannsystemen | 13 |
| 3.4.1 | Verankerungen und Spanngliedkopplungen | 13 |
| 3.4.2 | Externe Spannglieder ohne Verbund | 14 |
| abZ 3.5 | Baustoffe für eine Verstärkung mit Textilbeton | 14 |
| abZ 3.6 | Zu verstärkendes Bauteil | 15 |
| 4 | DAUERHAFTIGKEIT UND BETONDECKUNG | 15 |
| 4.1 | Allgemeines | 15 |
| 4.2 | Umgebungsbedingungen | 15 |
| 4.3 | Anforderungen an die Dauerhaftigkeit | 15 |
| 4.4 | Nachweisverfahren | 15 |
| 4.4.1 | Betondeckung | 15 |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 3 von 28**

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5 | ERMITTLUNG DER SCHNITTGRÖßEN | 16 |
| 5.1 | Allgemeines | 16 |
| 5.1.1 | Grundlagen | 16 |
| 5.1.2 | Besondere Anforderungen an Gründungen | 16 |
| 5.1.3 | Lastfälle und Einwirkungskombinationen | 16 |
| 5.1.4 | Auswirkungen von Bauteilverformungen (Theorie II. Ordnung) | 16 |
| 5.2 | Imperfektionen | 16 |
| 5.3 | Idealisierungen und Vereinfachungen | 16 |
| 5.3.1 | Tragwerksmodelle für statische Berechnungen | 16 |
| 5.3.2 | Geometrische Angaben | 16 |
| 5.4 | Linear-elastische Berechnung | 16 |
| 5.5 | Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Umlagerung | 16 |
| 5.6 | Verfahren nach der Plastizitätstheorie | 16 |
| 5.6.1 | Allgemeines | 16 |
| 5.6.2 | Balken, Rahmen und Platten | 16 |
| 5.6.3 | Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation | 16 |
| 5.6.4 | Stabwerkmodelle | 16 |
| 5.7 | Nichtlineare Verfahren | 17 |
| 5.8 | Berechnung von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung | 17 |
| 5.8.1 | Begriffe | 17 |
| 5.8.2 | Allgemeines | 17 |
| 5.8.3 | Vereinfachte Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung | 17 |
| 5.8.4 | Kriechen | 17 |
| 5.8.5 | Berechnungsverfahren | 17 |
| 5.8.6 | Allgemeines Verfahren | 17 |
| 5.8.7 | Verfahren mit Nennsteifigkeiten | 17 |
| 5.8.8 | Verfahren mit Nennkrümmung | 17 |
| 5.8.9 | Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte | 17 |
| 5.9 | Seitliches Ausweichen schlanker Träger | 17 |
| 5.10 | Spannbetragwerke | 17 |
| 5.10.1 | Allgemeines | 17 |
| 5.10.2 | Vorspannkraft während des Spannvorgangs | 17 |
| 5.10.3 | Vorspannkraft nach dem Spannvorgang | 17 |
| 5.10.4 | Sofortige Spannkraftverluste bei sofortigem Verbund | 17 |
| 5.10.5 | Sofortige Spannkraftverluste bei nachträglichem Verbund | 17 |
| 5.10.6 | Zeitabhängige Spannkraftverluste bei sofortigem und nachträglichem Verbund | 17 |
| 5.10.7 | Berücksichtigung der Vorspannung in der Berechnung | 17 |
| 5.10.8 | Grenzzustand der Tragfähigkeit | 17 |
| 5.10.9 | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung | 17 |
| 5.11 | Berechnung für ausgewählte Tragwerke | 18 |
| abZ 5.12 | Querzugnachweis am Ende der Textilbetonschicht..... | 18 |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 4 von 28**

| | | |
|---|--|--|
| 6 | NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER TRAGFÄHIGKEIT (GZT) | 18 |
| 6.1 | Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein | 18 |
| 6.2 | Querkraft | 18 |
| 6.2.1 | Nachweisverfahren | 18 |
| 6.2.2 | Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung | 18 |
| 6.2.3 | Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung | 18 |
| 6.2.4 | Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten | 18 |
| 6.2.5 | Schubkraftübertragung in Fugen | 18 |
| abZ 6.2.6 | Nachweis gegen Versatzbruch | 19 |
| 6.3 | Torsion | 19 |
| 6.3.1 | Allgemeines | 19 |
| 6.3.2 | Nachweisverfahren | 19 |
| 6.3.3 | Wölbkrafttorsion | 19 |
| 6.4 | Durchstanzen | 19 |
| 6.4.1 | Allgemeines | 19 |
| 6.4.2 | Lasteinleitung und Nachweisschnitte | 19 |
| 6.4.3 | Nachweisverfahren | 19 |
| 6.4.4 | Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung | 20 |
| 6.4.5 | Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente mit Durchstanzbewehrung | 20 |
| 6.5 | Stabwerkmodelle | 20 |
| 6.5.1 | Allgemeines | 20 |
| 6.5.2 | Bemessung der Druckstreben | 20 |
| 6.5.3 | Bemessung der Zugstreben | 20 |
| 6.5.4 | Bemessung der Knoten | 20 |
| 6.6 | Verankerung der Längsbewehrung und Stöße | 20 |
| 6.7 | Teilflächenbelastung | 20 |
| 6.8 | Nachweis gegen Ermüdung | 20 |
| 6.8.1 | Allgemeines | 20 |
| 6.8.2 | Innere Kräfte und Spannungen beim Nachweis gegen Ermüdung | 20 |
| 6.8.3 | Einwirkungskombinationen | 20 |
| 6.8.4 | Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl | 20 |
| 6.8.5 | Nachweis gegen Ermüdung über schädigungsäquivalente Schwingbreiten | 20 |
| 6.8.6 | Vereinfachte Nachweise | 20 |
| 6.8.7 | Nachweis gegen Ermüdung des Betons unter Druck oder Querkraftbeanspruchung | 20 |
| 7 | NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (GZG) | 21 |
| 7.1 | Allgemeines | 21 |
| 7.2 | Begrenzung der Spannungen | 21 |
| 7.3 | Begrenzung der Rissbreiten | 21 |
| 7.3.1 | Allgemeines | 21 |
| 7.3.2 | Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite | 21 |
| 7.3.3 | Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung | 21 |
| 7.3.4 | Berechnung der Rissbreite | 21 |
| 7.4 | Begrenzung der Verformungen | 21 |
| Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton) | | Anlage 5 Seite 5 von 28 |
| Grundlagen der Bemessung | | |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 7.4.1 | Allgemeines | 21 |
| 7.4.2 | Nachweis der Begrenzung der Verformungen ohne direkte Berechnung | 21 |
| 7.4.3 | Nachweis der Begrenzung der Verformungen mit direkter Berechnung | 21 |
| 8 | ALLGEMEINE BEWEHRUNGSREGELN | 22 |
| 8.1 | Allgemeines | 22 |
| 8.2 | Stababstände von Betonstählen | 22 |
| 8.3 | Biegen von Betonstählen | 22 |
| 8.4 | Verankerung der Längsbewehrung | 22 |
| 8.4.1 | Allgemeines | 22 |
| 8.4.2 | Bemessungswert der Verbundfestigkeit | 22 |
| 8.4.3 | Grundwert der Verankerungslänge | 22 |
| 8.4.4 | Bemessungswert der Verankerungslänge | 22 |
| 8.5 | Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung | 23 |
| 8.6 | Verankerung mittels angeschweißter Stäbe | 23 |
| 8.7 | Stöße und mechanische Verbindungen | 23 |
| 8.7.1 | Allgemeines | 23 |
| 8.7.2 | Stöße | 23 |
| 8.7.3 | Übergreifungslänge | 23 |
| 8.7.4 | Querbewehrung im Bereich der Übergreifungsstöße | 23 |
| 8.7.5 | Stöße von Betonstahlmatten aus Rippenstahl | 23 |
| abZ 8.7.6 | Übergreifungsstöße der Textilbewehrung | 23 |
| 8.8 | Zusätzliche Regeln bei großen Stabdurchmessern | 23 |
| 8.9 | Stabbündel | 23 |
| 8.9.1 | Allgemeines | 23 |
| 8.9.2 | Verankerung von Stabbündeln | 23 |
| 8.9.3 | Gestoßene Stabbündel | 23 |
| 8.10 | Spannglieder | 23 |
| 8.10.1 | Anordnung von Spanngliedern und Hüllrohren | 23 |
| 8.10.2 | Verankerung von Spanngliedern im sofortigen Verbund | 23 |
| 8.10.3 | Verankerungsbereiche bei Spanngliedern im nachträglichen oder ohne Verbund | 24 |
| 8.10.4 | Verankerungen und Spanngliedkopplungen für Spannglieder | 24 |
| 8.10.5 | Umlenkstellen | 24 |
| 9 | KONSTRUKTIONSREGELN | 24 |
| 9.1 | Allgemeines | 24 |
| 9.2 | Balken | 24 |
| 9.2.1 | Längsbewehrung | 24 |
| 9.2.2 | Querkraftbewehrung | 24 |
| 9.2.3 | Torsionsbewehrung | 24 |
| 9.2.4 | Oberflächenbewehrung | 24 |
| 9.2.5 | Indirekte Auflager | 24 |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
 Seite 6 von 28

| | | |
|---|---|------------------------------------|
| 9.3 | Vollplatten. | 24 |
| 9.3.1 | Biegebewehrung | 24 |
| 9.3.2 | Querkraftbewehrung | 25 |
| 9.4 | Flachdecken | 25 |
| 9.4.1 | Flachdecken im Bereich von Innenstützen | 25 |
| 9.4.2 | Flachdecken im Bereich von Randstützen | 25 |
| 9.4.3 | Durchstanzbewehrung | 25 |
| 9.5 | Stützen | 25 |
| 9.5.1 | Allgemeines | 25 |
| 9.5.2 | Längsbewehrung | 25 |
| 9.5.3 | Querbewehrung | 25 |
| 9.6 | Wände | 25 |
| 9.6.1 | Allgemeines | 25 |
| 9.6.2 | Vertikale Bewehrung | 25 |
| 9.6.3 | Horizontale Bewehrung | 25 |
| 9.6.4 | Querbewehrung | 25 |
| 9.7 | Wandartige Träger | 26 |
| 9.8 | Gründungen | 26 |
| 9.8.1 | Pfahlkopfplatten | 26 |
| 9.8.2 | Einzel- und Streifenfundamente | 26 |
| 9.8.3 | Zerrbalken | 26 |
| 9.8.4 | Einzelfundament auf Fels | 26 |
| 9.8.5 | Bohrpfähle | 26 |
| 9.9 | Bereiche mit geometrischen Diskontinuitäten oder konzentrierten Einwirkungen (D-Bereiche) | 26 |
| 9.10 | Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen | 26 |
| 9.10.1 | Allgemeines | 26 |
| 9.10.2 | Ausbildung von Zugankern | 26 |
| 9.10.3 | Durchlaufwirkung und Verankerung von Zugankern | 26 |
| 10 | ZUSÄTZLICHE REGELN FÜR BAUTEILE UND TRAGWERKE AUS FERTIGTEILEN | 26 |
| 11 | ZUSÄTZLICHE REGELN FÜR BAUTEILE UND TRAGWERKE AUS LEICHTBETON | 26 |
| 12 | TRAGWERKE AUS UNBEWEHRTEM ODER GERING BEWEHRTEM BETON | 26 |
| Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton) | | Anlage 5 Seite 7 von 28 |
| Grundlagen der Bemessung | | |

| | |
|---|-----------|
| ANHANG A – MODIFIKATION VON TEILSICHERHEITSBEIWERTEN FÜR BAUSTOFFE | 27 |
| ANHANG B – KRIECHEN UND SCHWINDEN | 27 |
| ANHANG C – EIGENSCHAFTEN DES BETONSTAHL | 27 |
| ANHANG D – GENAUERE METHODE ZUR BERECHNUNG VON SPANNKRAFTVERLUSTEN AUS RELAXATION | 27 |
| ANHANG E – INDIKATIVE MINDESTFESTIGKEITSKLASSEN ZUR SICHERSTELLUNG DER DAUERHAFTIGKEIT | 27 |
| ANHANG F – GLEICHUNGEN FÜR ZUGBEWEHRUNG FÜR DEN EBENEN SPANNUNGSZUSTAND | 27 |
| ANHANG G – BODEN-BAUWERK-INTERAKTION | 27 |
| ANHANG H – NACHWEISE AM GESAMTTRAGWERK NACH THEORIE II. ORDNUNG | 27 |
| ANHANG I – ERMITTLUNG DER SCHNITTGRÖßEN BEI FLACHDECKEN UND WANDSCHEIBEN | 27 |
| ANHANG J – KONSTRUKTIONSREGELN FÜR AUSGEWÄHLTE BEISPIELE | 27 |

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 2

Keine Ergänzungen oder Änderungen

1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1

Keine Ergänzungen oder Änderungen

abZ 1.1.3 Anwendungsbereich der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung

(abZ 1) Diese Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung enthält Grundregeln für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Verstärkungsmaßnahmen mit Textilbeton für Tragwerke aus Beton und Stahlbeton.

(abZ 2) Diese Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gilt nicht für:

- das Verstärken von Stahlbetonbauteilen aus Leichtbeton;
- das Verstärken von Stahlbetonbauteilen mit vorgespannten Faserverbundwerkstoffen.

(abZ 3) Die Anforderungen an Produkte und Systeme für das Verstärken von Betonbauteilen gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen sind zu beachten.

(abZ 4) Mit Textilbeton dürfen vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile gemäß DIN EN 1990³ in Verbindung mit DIN EN 1990/NA⁴, Abschnitte 1.5.3.11, 1.5.3.12 und 4.1 verstärkt werden.

(abZ 5) Für die Anwendung dieser Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss die Oberflächenzugfestigkeit $f_{ctm,surf}$ nach Anlage 6 und nach DIN EN 1542⁹ ermittelt werden und mindestens 1,0 N/mm² betragen.

1.2 Normative Verweisungen

1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

1.2.2 Weitere normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente sind für die Anwendung dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zusätzlich zu den in DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA² aufgeführten Dokumenten erforderlich.

DIN EN 1504-2⁵, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton

DIN EN 1542⁹, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch

DIN V 18026⁶, Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2⁵

DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Ausgabe 2001

DBV-Merkblatt „Bauen im Bestand - Beton und Betonstahl“

| | | |
|---|---|--|
| 3 | DIN EN 1990: 2010-12 | Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010 |
| 4 | DIN EN 1990/NA:2010-12 DIN EN 1990/NA/A1:2012-08 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Änderung A1 |
| 5 | DIN EN 1504-2:2005-01 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton; Deutsche Fassung EN 1504-2:2004 |
| 6 | DIN V 18026:2005-01 | Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01 |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

1.3 Annahmen

(abZ 2) Die Annahmen nach DIN EN 1990³ in Verbindung mit DIN EN 1990/NA⁴ und DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA² werden bei Anwendung dieser Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung vorausgesetzt. In dieser Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind ergänzende und abweichende Regeln zu DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA² für das Verstärken von Betonbauteilen mit Textilbeton enthalten.

1.4 Unterscheidungen zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

Keine Ergänzungen oder Änderungen

1.5 Begriffe

1.5.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

1.5.2 Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm

abZ 1.5.2.27 Feinbeton

Beton mit Größtkorn zwischen 1 mm bis 5 mm, der auf die Altbetonoberfläche im Handlaminierverfahren oder durch ein spezielles Spritzverfahren aufgetragen wird und in den die beschichtete Textilbewehrung eingearbeitet wird.

abZ 1.5.2.28 Beschichtete Textilbewehrung

Aus Carbongarnen in Kett- und Schussrichtung hergestelltes gitterartiges Textil, das an den Kreuzungspunkten mit einem Wirkfaden vernäht wird. Im Anschluss an die Herstellung auf der Textilmaschine wird das Textil mit einem Kunststoff beschichtet. Diese Beschichtung dient dem Verbund der Einzelfasern eines Textilgarns untereinander.

1.6 Formelzeichen

Die folgenden Formelzeichen sind für die Anwendung dieser Anlage zusätzlich zu den in DIN EN 1992-1-1¹ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA² aufgeführten erforderlich.

Große lateinische Buchstaben

| | |
|----------------------|---|
| $A_{1\text{texK}}$ | Querschnittsfläche eines Garns in Kettrichtung |
| $A_{1\text{texS}}$ | Querschnittsfläche eines Garns in Schussrichtung |
| $T_{\text{bk,texK}}$ | charakteristischer Wert der auf die Garnlängsrichtung bezogenen Verbundfestigkeit eines Garns in Kettrichtung der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung [N/mm] |
| $T_{\text{bd,texK}}$ | Bemessungswert der auf die Garnlängsrichtung bezogenen Verbundfestigkeit eines Garns in Kettrichtung der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung [N/mm] |

Kleine lateinische Buchstaben

| | |
|-----------------------|--|
| a_{texK} | Flächen der Textilbewehrung in Kettrichtung bezogen auf 1 m Breite quer zur Kettrichtung [mm ² /m] |
| a_{texS} | Flächen der Textilbewehrung in Schussrichtung bezogen auf 1 m Breite quer zur Schussrichtung [mm ² /m] |
| $f_{\text{ctm,surf}}$ | Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit des zu verstärkenden Betonbauteils (untere Vertrauensgrenze mit 95 % Zuverlässigkeit(einseitig)) |
| $f_{\text{tk,texK}}$ | charakteristische Zugfestigkeit des Textilbetons bezogen auf den Textilquerschnitt in Kettrichtung |
| $f_{\text{td,texK}}$ | Bemessungswert der Zugfestigkeit des Textilbetons bezogen auf den Textilquerschnitt in Kettrichtung |
| $s_{\text{r,texK}}$ | Schlupf der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung in Kettrichtung |

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
 Seite 10 von 28

Kleine griechische Buchstaben

| | |
|--------------------------------|--|
| $\alpha_{T,t}$ | Abminderungsfaktor der Zugfestigkeit für Temperatureinwirkung |
| $\alpha_{T,b}$ | Abminderungsfaktor für den Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton bei Temperatureinwirkung |
| $\alpha_{t\infty,t}$ | Abminderungsfaktor der Zugfestigkeit bei Dauerlast |
| $\alpha_{t\infty,b}$ | Abminderungsfaktor für den Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton bei Dauerlast |
| $\alpha_{D,t}$ | Abminderungsfaktor für die dauerhafte Zugfestigkeit |
| $\alpha_{D,b}$ | Abminderungsfaktor für den dauerhaften Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton |
| $\gamma_{t,\text{tex}}$ | Teilsicherheitsbeiwert für die Zugfestigkeit des Textilbetons |
| $\gamma_{b,\text{tex}}$ | Teilsicherheitsbeiwert für den Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton |
| $\varepsilon_{\text{und,tex}}$ | Dehnungswert zur Beschreibung der idealisierten bilinearen Materialkennlinie von Textilbeton |
| $\varepsilon_{u,\text{tex}}$ | Bruchdehnung des Textilbetons |
| $\sigma_{\text{undk,tex}}$ | charakteristischer Wert der Spannung zur Beschreibung der idealisierten bilinearen Materialkennlinie von Textilbeton |
| n_{texK} | Anzahl der Garne in Kettrichtung, je m Breite senkrecht zur Kettrichtung |
| n_{texS} | Anzahl der Garne in Schussrichtung, je m Breite senkrecht zur Schussrichtung |

2 Grundlagen der Tragwerksplanung

2.1 Anforderungen

2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(abZ 4) Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die verwendete Produktkombination (System) aus Feinbeton und Textilbewehrung muss für den entsprechenden Anwendungsbereich vorhanden sein.

(abZ 5) Der Nachweis der am Ort der Verwendung geforderten Feuerwiderstandsfähigkeit eines nach dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung verstärkten Bauteils ist nach DIN EN 1992-1-2⁷ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-2/NA⁸ ohne Anrechnung der Verstärkungswirkung des Textilbetons zu führen. Wenn der Textilbeton durch eine bauaufsichtlich zugelassene Brandschutzverkleidung vor der Temperatur- und Brandeinwirkung geschützt wird, ist dieser Nachweis nach den Regeln dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu führen.

2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

⁷ DIN EN 1992-1-2:2010-12 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008

⁸ DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008

2.3 Basisvariablen

2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

2.3.1.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.3.1.2 Temperatureuswirkungen

(abZ 4) Der Textilbetonschicht dürfen oberhalb der Temperatur T_f nach den „Besonderen Bestimmungen“ der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, Abschnitt 1.2, keine Kräfte mehr zugewiesen werden.

ANMERKUNG: Für den Brandschutz der Textilbetonschicht sind Brandschutzsysteme, die für die Brandschutzverkleidung von Textilbetonverstärkungen allgemein bauaufsichtlich zugelassen sind, zu verwenden.

2.3.1.3 Setzungs-/Bewegungsunterschiede

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.3.1.4 Vorspannung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.3.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen

2.3.2.1 Allgemeines

(abZ 3) Anforderungen an das zu verstärkende Bauteil sind in Abschnitt abZ 3.6 enthalten.

(abZ 4) Die Anforderungen an die Produkte sowie die Systeme für die Verstärkung sind in den "Besonderen Bestimmungen" dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung enthalten.

2.3.2.2 Kriechen und Schwinden

(abZ 4) Um übermäßiges Kriechen zu verhindern, werden die Dauerverbundfestigkeit und die maximale Anwendungstemperatur in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des jeweiligen Bausatzes vorgegeben.

2.3.3 Verformungseigenschaften des Betons

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.3.4 Geometrische Angaben

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

2.4.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.4.2 Bemessungswerte

2.4.2.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Schwinden

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.4.2.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen aus Vorspannung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.4.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen beim Nachweis gegen Ermüdung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.4.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe

(abZ 4) Für Verstärkungen aus Textilbeton werden in Ergänzung zu DIN EN 1992-1-1 die Teilsicherheitsbeiwerte in den „Besonderen Bestimmungen“, Abschnitt 3.1 verwendet.

2.4.2.5 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe bei Gründungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 12 von 28**

2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit
Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.5 Versuchsgestützte Bemessung
Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen
Keine Ergänzungen oder Änderungen

2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel
Keine Ergänzungen oder Änderungen

NA.2.8 Bautechnische Unterlagen

NA.2.8.1 Umfang der bautechnischen Unterlagen
Keine Ergänzungen oder Änderungen

NA.2.8.2 Zeichnungen

(abZ 5)P Die Bauteile sowie die Textilbetonschichten sind auf den Zeichnungen eindeutig und übersichtlich darzustellen. Die Darstellungen müssen mit den Angaben in der statischen Berechnung übereinstimmen und alle für die Ausführung der Bauteile und für die Prüfung der Berechnungen erforderlichen Maße enthalten.

(abZ 6)P Auf den Ausführungsplänen sind insbesondere anzugeben:

- der erforderliche Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit $f_{ctm,surf}$;
- Bezeichnungen und Komponenten des Verstärkungssystems;
- Anzahl, Abmessungen und Lage der Textilbetonschichten;
- gegebenenfalls besondere Maßnahmen zur Qualitätssicherung.

NA.2.8.3 Statische Berechnungen
Keine Ergänzungen oder Änderungen

NA.2.8.4 Baubeschreibung
Keine Ergänzungen oder Änderungen

3 Baustoffe

3.1 Beton

3.1.1 Allgemeines

(abZ 3)P Diese Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung darf nur für Bauteile aus Normalbeton angewendet werden (siehe auch abZ 3.6).

3.1.2 Festigkeiten

(abZ 10)P Die Oberflächenzugfestigkeit $f_{ctm,surf}$ ist gemäß Anlage 6 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu bestimmen.

(abZ 11) Da es sich bei den zu verstärkenden Bauteilen um Bestandsbauteile handelt, kann in einigen Fällen, zum Beispiel zur Vordimensionierung, eine Umrechnung der Betonfestigkeit nötig sein, die nach dem DBV- Merkblatt „Bauen im Bestand - Beton und Betonstahl“ durchgeführt werden darf.

3.1.3 Elastische Verformungseigenschaften

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.1.4 Kriechen und Schwinden

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 13 von 28**

3.1.5 Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.1.6 Bemessungswert der Betondruck- und Betonzugfestigkeit

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.1.7 Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.1.8 Biegezugfestigkeit

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.1.9 Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.2 Betonstahl

3.2.1 Allgemeines

(abZ 6) Diese Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung darf auch bei Bauteilen mit Betonstählen und Bewehrungselementen, die nicht den Anforderungen der DIN EN 10080 bzw. DIN 488 entsprechen, angewendet werden.

3.2.2 Eigenschaften

(abZ 7) Bei der Verstärkung von Bestandsbauteilen nach dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen die vorhandenen Betonstähle nicht DIN EN 1992-1-1, Abschnitte 3.2.2 (2), (3), (4), (5) und (6) erfüllen.

(abZ 8) Die Eigenschaften der vorhandenen Betonstähle nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 3.2.2 (1), sollten bekannt sein.

(abZ 9) Für Betonstähle ab 1952 dürfen die Streckgrenzen als charakteristische Werte verwendet werden. Anhaltswerte für ältere Betonstähle und Bewehrungselemente dürfen zum Beispiel dem DBV-Merkblatt „Bauen im Bestand - Beton und Betonstahl“ entnommen werden.

(abZ 10) Falls nicht gerippte Betonstähle verwendet worden sind, darf vereinfachend das Verbundverhalten eines Glattstahls angenommen werden.

3.2.3 Festigkeiten

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.2.4 Duktilitätsmerkmale

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.2.5 Schweißen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.2.6 Ermüdung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.2.7 Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.3 Spann Stahl

3.3.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.3.2 Eigenschaften

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.3.3 Festigkeiten

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 14 von 28**

3.3.4 Duktilitätseigenschaften

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.3.5 Ermüdung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.3.7 Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.3.8 Spannstähle in Hüllrohren

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.4 Komponenten von Spannsystemen

3.4.1 Verankerungen und Spanngliedkopplungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

3.4.2 Externe Spannglieder ohne Verbund

Keine Ergänzungen oder Änderungen

abZ 3.5 Baustoffe für eine Verstärkung mit Textilbeton

(abZ 1) Es gelten die "Besonderen Bestimmungen" dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

(abZ 2) Die Bemessungsgleichungen basieren auf Versuchen und theoretischen Überlegungen. In diesem Zusammenhang wurden geometrische und stoffliche Anwendungsgrenzen definiert. Die nachfolgenden Gleichungen gelten deshalb nur für den im Abschnitt abZ 3.6 angegebenen Bereich.

(abZ 3) Falls in einem Bemessungsfall einzelne Grenzwerte nach Abschnitt abZ 3.6 überschritten werden, können in die Bemessungsgleichungen die Grenzwerte nach Abschnitt abZ 3.6 eingesetzt werden, wenn das Ergebnis dadurch ungünstiger wird.

(abZ 4) Die Spannungs-Dehnungslinie bezogen auf den Textilquerschnitt ist in Bild abZ 5.1 angegeben. Die Bemessungswerte der Festigkeiten $f_{td,tex}$ und $\sigma_{undd,tex}$ sind wie folgt zu ermitteln:

$$f_{td,tex} = \alpha_{T,t} \cdot \alpha_{t\infty,t} \cdot \alpha_{D,t} \cdot f_{tk,tex} / \gamma_{tex,t} \quad (\text{abZ 3.1})$$

und

$$\sigma_{undd,tex} = \alpha_{T,t} \cdot \alpha_{t\infty,t} \cdot \alpha_{D,t} \cdot \sigma_{undk,tex} / \gamma_{tex,t} \quad (\text{abZ 3.2})$$

Dabei sind:

$f_{tk,tex}$ charakteristischen Zugfestigkeit des Textilbetons bezogen auf den Textilquerschnitt in Kettrichtung

$\alpha_{T,t}$ Abminderungsfaktor der Zugfestigkeit für Temperatureinwirkung

$\alpha_{t\infty,t}$ Abminderungsfaktor der Zugfestigkeit für das Dauerstandsverhalten

$\alpha_{D,t}$ Abminderungsfaktor der Zugfestigkeit für die Dauerhaftigkeit

$\gamma_{tex,t}$ Teilsicherheitsbeiwert für die Zugfestigkeit des Textilbetons

$\epsilon_{und,tex}$ Dehnung des Textilbetons in Kettrichtung, bei abgeschlossener Rissbildung im Feinbeton

$\epsilon_{u,tex}$ Bruchdehnung des Textilbetons in Kettrichtung

$\sigma_{undk,tex}$ charakteristischer Wert der Spannung des Textilbetons in Kettrichtung bei abgeschlossener Rissbildung im Feinbeton

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 15 von 28**

Weiterhin sind die Flächen der Textilbewehrung in Kett- und Schussrichtung je m Breite senkrecht zur Garnrichtung von Bedeutung.

$a_{K,tex}$ Flächen der Textilbewehrung in Kettrichtung bezogen auf 1 m Breite quer zur Kettrichtung [mm²/m]

$a_{S,tex}$ Flächen der Textilbewehrung in Schussrichtung bezogen auf 1 m Breite quer zur Schussrichtung [mm²/m]

Die Werte für $f_{tk,tex}$, $\alpha_{T,t}$, $\alpha_{t\infty,t}$, $\alpha_{D,t}$, $\gamma_{tex,t}$, $\epsilon_{und,tex}$, $\epsilon_{u,tex}$, $\sigma_{undk,tex}$, $a_{K,tex}$ und $a_{S,tex}$ sind im Abschnitt 3.1 der „Besonderen Bestimmungen“ angegeben.

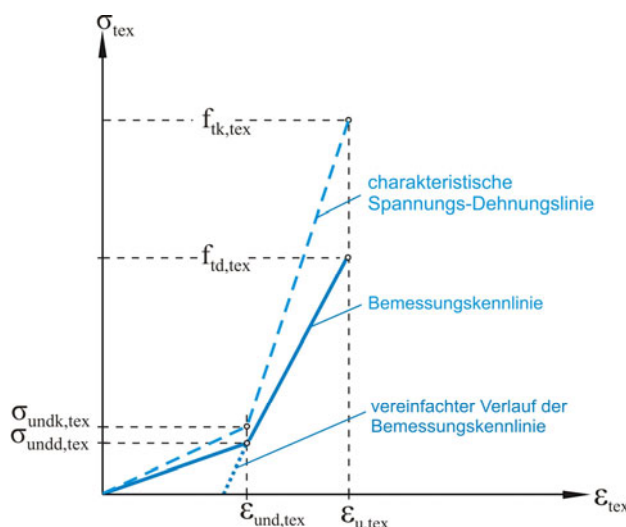


Bild abZ 5.1: Idealisierte Spannungs-Dehnungslinie für Textilbeton

abZ 3.6 Zu verstärkendes Bauteil

(abZ 1) Es dürfen nur Bauteile aus Normalbeton verstärkt werden, die an den für die Verstärkung vorbereiteten Oberflächen mindestens einen Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit $f_{ctm,surf}$ von 1,0 N/mm² aufweisen und deren Festigkeitsklasse C50/60 nicht überschreitet.

(abZ 2) Der Durchmesser der Betonstahlbewehrung in der Biegezugzone des zu verstärkenden Bauteils darf nicht größer als 20 mm sein.

(abZ 3) Die Bemessungsgleichungen gelten für planmäßig gerade bzw. ebene Bauteile. Bei konvex gekrümmten Bauteiloberflächen dürfen die Bemessungsgleichungen jedoch sinngemäß angewendet werden. Die zu verstärkenden Bauteiloberflächen dürfen keine konkave Krümmung aufweisen.

4. Dauerhaftigkeit und Betondeckung

4.1 Allgemeines

(abZ 7) Die zulässigen Umgebungsbedingungen, wie Expositionsklassen und weitere Umwelteinflüsse (z. B. Temperatur) sowie die sich daraus ergebenden Maßnahmen werden in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Verstärkungsbausatzes, Abschnitt 1.2 geregelt.

4.2 Umgebungsbedingungen

(abZ 4) Es gelten die Angaben nach Abschnitt 1.2 der „Besonderen Bestimmungen“ der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

4.3 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
 Seite 16 von 28

4.4 Nachweisverfahren

4.4.1 Betondeckung

4.4.1.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

4.4.1.2 Mindestbetondeckung c_{\min}

Keine Ergänzungen oder Änderungen

4.4.1.3 Vorhaltemaß

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5 Ermittlung der Schnittgrößen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Grundlagen

(abZ 15) Die Berechnung der Schnittgrößen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitte 5.5 und 5.6, bei Biegebeanspruchung ist nur dann zugelassen, wenn sich im zu verstärkenden Bereich keine Reduktion der Schnittgrößen im Vergleich zur linear-elastischen Berechnung ergibt.

(abZ 16) Der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung dürfen planmäßig nur Zugkräfte zugewiesen werden.

(abZ 17) Auf der Zugseite müssen die vorhandenen Stahl- und Betondehnungen vor bzw. während der Verstärkungsmaßnahme berücksichtigt werden. Die vorhandenen Dehnungen sind dabei entweder wirklichkeitsnah mit den vorhandenen Einwirkungen oder vereinfachend auf Gebrauchstauglichkeitsniveau mit der quasi-ständigen Belastungskombination zu ermitteln.

5.1.2 Besondere Anforderungen an Gründungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.1.3 Lastfälle und Einwirkungskombinationen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.1.4 Auswirkungen von Bauteilverformungen (Theorie II. Ordnung)

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.2 Imperfektionen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.3 Idealisierungen und Vereinfachungen

5.3.1 Tragwerksmodelle für statische Berechnungen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.3.2 Geometrische Angaben

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.4 Linear-elastische Berechnung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.5 Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Umlagerung

(abZ 7) Die Berechnung der Schnittgrößen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5.5, bei Biegebeanspruchung ist nur dann zugelassen, wenn sich im zu verstärkenden Bereich keine Reduktion der Schnittgrößen im Vergleich zur linear-elastischen Berechnung ergibt.

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
Seite 17 von 28

5.6 Verfahren nach der Plastizitätstheorie

5.6.1 Allgemeines

(abZ 6) Die Berechnung der Schnittgrößen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5.6, bei Biegebeanspruchung ist nur dann zugelassen, wenn sich im zu verstärkenden Bereich keine Reduktion der Schnittgrößen im Vergleich zur linear-elastischen Berechnung ergibt.

5.6.2 Balken, Rahmen und Platten

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.6.3 Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.6.4 Stabwerkmodelle

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.7 Nichtlineare Verfahren

(abZ 16) Die Berechnung der Schnittgrößen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5.7, ist bei einer Verstärkung mit Textilbeton nicht zugelassen.

5.8 Berechnung von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung

5.8.1 Begriffe

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.2 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.3 Vereinfachte Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.4 Kriechen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.5 Berechnungsverfahren

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.6 Allgemeines Verfahren

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.7 Verfahren mit Nennsteifigkeiten

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.8 Verfahren mit Nennkrümmung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.8.9 Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.9 Seitliches Ausweichen schlanker Träger

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10 Spannbetontragwerke

5.10.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.2 Vorspannkraft während des Spannvorgangs

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.3 Vorspannkraft nach dem Spannvorgang

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
Seite 18 von 28

5.10.4 Sofortige Spannkraftverluste bei sofortigem Verbund

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.5 Sofortige Spannkraftverluste bei nachträglichem Verbund

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.6 Zeitabhängige Spannkraftverluste bei sofortigem und nachträglichem Verbund

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.7 Berücksichtigung der Vorspannung in der Berechnung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.8 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.10.9 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

5.11 Berechnung für ausgewählte Tragwerke

Keine Ergänzungen oder Änderungen

abZ 5.12 Querzugnachweis am Ende der Textilbetonschicht

(abZ 1) Die senkrecht zur Ebene der Textilbetonschicht wirkende Zugspannung am Ende der Biegeverstärkung muss berücksichtigt werden, da es hier zu einem Versatzbruch kommen kann, bei dem sich der Beton am Ende der Textilbetonschicht von der Betonstahlbewehrung ablöst. Der Versatzbruch ist in Bild abZ 5.2 schematisch dargestellt.

(abZ 2) Diese abhebende Kraft gilt als ausreichend verankert, wenn der Nachweis nach Abschnitt abZ 6.2.6 erfüllt ist.

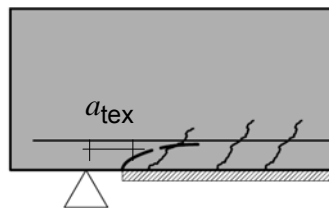


Bild abZ 5.2 – Schematische Darstellung des Versatzbruches

6 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)

6.1 Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein

keine Ergänzungen oder Änderungen

6.2 Querkraft

6.2.1 Nachweisverfahren

(abZ 12) Prinzipiell muss die Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2, eingehalten sein.

6.2.2 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung

(abZ 8) Bei der Ermittlung des Bemessungswertes für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$ nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.2, darf die im Feinbeton eingebettete Textilbewehrung nicht bei der Fläche der Zugbewehrung A_{st} angerechnet werden.

6.2.3 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 19 von 28**

6.2.4 Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten

Keine Ergänzungen oder Änderungen

6.2.5 Schubkraftübertragung in Fugen

abZ 6.2.5.1 Nachweis des Verbundes zwischen Altbeton und Textilbetonschicht

(abZ 1) Die Schubbeanspruchung der Fuge ist aus der Zugkraftänderung der Textilbewehrung zu bestimmen. Der Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils ist dabei unter der Voraussetzung einer ebenen Dehnungsverteilung und unter Berücksichtigung des Versatzmaßes sowie der vorhandenen Dehnung der Betonstahlbewehrung zum Zeitpunkt der Verstärkung zu ermitteln.

(abZ 2) Für den Nachweis der Schubkraftübertragung in der Fuge zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht gelten die Regeln nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.5.

(abZ 3) Für den Verbund der Textilbetonschicht ist die Oberflächenzugfestigkeit im Altbeton bzw. Haftzugfestigkeit zwischen Altbeton und Textilbetonschicht von Bedeutung. Welche davon maßgebend ist hängt vom Ergebnis der Abreiversuche entsprechend DIN EN 1542⁹ nach dem Verstärken ab (bei Bruch im Altbeton ist es die Oberflächenzugfestigkeit im Altbeton, bei Bruch in der Verbundfuge zwischen Altbeton und Textilbetonschicht ist die Haftzugfestigkeit zwischen Altbeton und Textilbetonschicht maßgebend). Die Abreißprüfungen sind entsprechend DIN EN 1542⁹ durchzuführen. Aus den Messwerten ist der charakteristische Wert der Oberflächenzug- bzw. Haftzugfestigkeit nach DIN EN 1990, Tabelle D.1 (für V_x unbekannt) zu bestimmen. Der so bestimmte Wert darf als charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Betons $f_{ctk,0,05}$ in Gleichung (3.16) zur Bestimmung des Bemessungswertes der Zugfestigkeit $f_{ctd,0,05}$ nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA verwendet werden. $f_{ctd,0,05}$ dient dann zur Bestimmung der Schubtragfähigkeit zwischen Altbeton und Textilbetonschicht nach Gleichung (6.25).

abZ 6.2.6 Schubkraftübertragung in Fugen

(abZ 1) Die einwirkende Querkraft am Endauflager bzw. am Trägerende darf nicht größer sein als

$$V_{Rd,c,tex} = 0,75 \cdot \left(1 + 19,6 \frac{(100\rho_{s1})^{0,15}}{a_{tex}^{0,36}} \right) \cdot V_{Rd,ct} \quad (\text{abZ 6.121})$$

Dabei ist:

$V_{Rd,ct}$ der Bemessungswert des Querkraftwiderstandes nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, Gleichungen (6.2.a) und (6.2.b) unter Berücksichtigung von Abschnitt 6.2.2 dieser Anlage

ρ_{s1} der Längsbewehrungsgrad der internen Betonstahlbewehrung ohne Textilbewehrung (nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.2.2)

a_{tex} der Abstand des Endes der Textilbewehrung von der Mitte des Endauflagers bzw. des Trägerendes (siehe Bild abZ 5.2)

6.3 Torsion

6.3.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

6.3.2 Nachweisverfahren

Keine Ergänzungen oder Änderungen

6.3.3 Wölbkrafttorsion

Keine Ergänzungen oder Änderungen

⁹ DIN EN 1542:1999-07 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
 Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch
 Deutsche Fassung EN1542:1999

| | |
|--------------|--|
| 6.4 | Durchstanzen |
| 6.4.1 | Allgemeines <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.4.2 | Lasteinleitung und Nachweisschnitte <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.4.3 | Nachweisverfahren <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.4.4 | Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung (abZ 3) Bei der Ermittlung des Bemessungswertes für den Durchstanzwiderstand $v_{Rd,c}$ nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.4.4, darf die im Feinbeton eingebundene Textilbewehrung nicht bei der Fläche der Zugbewehrung A_{sl} angerechnet werden. |
| 6.4.5 | Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente mit Durchstanzbewehrung <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.5 | Stabwerkmodelle |
| 6.5.1 | Allgemeines <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.5.2 | Bemessung der Druckstreben <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.5.3 | Bemessung der Zugstreben (abZ 4) Für die im Feinbeton eingebundene Bewehrung darf als Zugstrebenkraft nur die verankerbare Kraft angesetzt werden. |
| 6.5.4 | Bemessung der Knoten <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.6 | Verankerung der Längsbewehrung und Stöße (abZ 5) Die Stöße der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung sind gemäß abZ 8.7.6 zu behandeln. |
| 6.7 | Teilflächenbelastung <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8 | Nachweis gegen Ermüdung |
| 6.8.1 | Allgemeines <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8.2 | Innere Kräfte und Spannungen beim Nachweis gegen Ermüdung <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8.3 | Einwirkungskombinationen <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8.4 | Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8.5 | Nachweis gegen Ermüdung über schädigungsäquivalente Schwingbreiten <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8.6 | Vereinfachte Nachweise <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |
| 6.8.7 | Nachweis gegen Ermüdung des Betons unter Druck oder Querkraftbeanspruchung <i>Keine Ergänzungen oder Änderungen</i> |

| | |
|---|---|
| Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton) | Anlage 5 Seite 21 von 28 |
| Grundlagen der Bemessung | |

7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

7.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

7.2 Begrenzung der Spannungen

Beton, Betonstahl und Spannstahl

(abZ 8) Es gelten die Spannungsbegrenzungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

(abZ 9) Die Dehnung des Bewehrungsstahls darf unter seltener Einwirkungskombination im verstärkten Querschnitt auf

$$\varepsilon_s \leq \frac{f_{yk}}{E_s} \quad (\text{abZ 7.1})$$

begrenzt werden.

7.3 Begrenzung der Rissbreiten

7.3.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

7.3.2 Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Keine Ergänzungen oder Änderungen

7.3.3 Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

7.3.4 Berechnung der Rissbreite

Keine Ergänzungen oder Änderungen

7.4 Begrenzung der Verformungen

7.4.1 Allgemeines

(abZ 7) Die Grenzwerte für die Verformungen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 7.4.1, sollten auch nach den Verstärkungsmaßnahmen eingehalten werden.

(abZ 8) Eine Berechnung der Verformungen kann nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 7.4.3, erfolgen.

7.4.2 Nachweis der Begrenzung der Verformungen ohne direkte Berechnung

(abZ 3) Ein Nachweis der Verformungen ohne direkte Berechnung nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 7.4.2, darf für verstärkte Bauteile im Regelfall nicht angewendet werden.

7.4.3 Nachweis der Begrenzung der Verformungen mit direkter Berechnung

(abZ 8) Bei der Berechnung der Verformungen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 7.4.3, darf die Wirkungsweise der Textilbewehrung im Feinbeton in dem Durchbiegungsparameter α berücksichtigt werden. Für die direkte Berechnung von Verformungen ist die charakteristische Materialkennlinie nach Bild abZ 5.1 von Textilbeton zu verwenden, je nach Anwendungsfall kann gegebenenfalls auch die Mittelwertkurve verwendet werden.

(abZ 9) Die Verformungen zum Zeitpunkt der Verstärkung müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 22 von 28**

8 Allgemeine Bewehrungsregeln

8.1 Allgemeines

(abZ 5) Es gelten die allgemeinen Bewehrungsregeln gemäß DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, sofern nachfolgend nicht anders festgelegt.

8.2 Stababstände von Betonstählen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.3 Biegen von Betonstählen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.4 Verankerung der Längsbewehrung

8.4.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.4.2 Bemessungswert der Verbundfestigkeit

(abZ 3) Der Bemessungswert der auf die Garnlängsrichtung bezogenen Verbundfestigkeit eines Garns in Kettrichtung der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung $T_{bd, \text{tex}}$ darf wie folgt ermittelt werden.

$$T_{bd, \text{tex}} = \alpha_{T, b} \cdot \alpha_{t\infty, b} \cdot \alpha_{D, b} \cdot T_{bk, \text{tex}} / \gamma_{\text{tex}, b} \quad (\text{abZ 8.19})$$

Dabei sind

$T_{bk, \text{tex}}$ charakteristischer Wert der auf die Garnlängsrichtung bezogenen Verbundfestigkeit eines Garns in Kettrichtung der im Feinbeton eingebundenen Textilbewehrung [N/mm]

$\alpha_{T, b}$ Abminderungsfaktor für den Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton bei Temperatureinwirkung

$\alpha_{t\infty, b}$ Abminderungsfaktor für den Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton bei Dauerlast

$\alpha_{D, b}$ Abminderungsfaktor für den dauerhaften Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton

$\gamma_{\text{tex}, b}$ Teilsicherheitsbeiwert für den Verbund der Textilbewehrung im Feinbeton

(abZ 4) Die Werte für die Größen $T_{bk, \text{tex}}$, $\alpha_{T, b}$, $\alpha_{t\infty, b}$, $\alpha_{D, b}$ und $\gamma_{\text{tex}, b}$ sind im Abschnitt 3.1 der „Besonderen Bestimmungen“ angegeben.

8.4.3 Grundwert der Verankerungslänge

(abZ 5) Der erforderliche Grundwert der Verankerungslänge $l_{b, \text{rqd}}$ zur Verankerung der Kraft eines Garns unter Annahme einer konstanten Verbundspannung $T_{bd, \text{tex}}$ folgt aus der Gleichung:

$$l_{b, \text{rqd}} = \sigma_{\text{tex}} A_{1 \text{ texK}} / T_{bd, \text{tex}} \quad (\text{abZ 8.20})$$

Dabei ist σ_{tex} die vorhandene Spannung im GZT in einem Textilgarn am Beginn der Verankerungslänge.

Werte für $T_{bd, \text{tex}}$ und $A_{1 \text{ texK}}$ sind in den "Besonderen Bestimmungen", Abschnitt 3.1 angegeben.

8.4.4 Bemessungswert der Verankerungslänge

Der Bemessungswert der Verankerungslänge l_{bd} darf wie folgt ermittelt werden:

$$l_{bd} = l_{b, \text{rqd}} \geq l_{b, \text{min}} \quad (\text{abZ 8.21})$$

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
 Seite 23 von 28

dabei ist

$l_{b,min}$ Mindestverankerungslänge. Wenn keine andere Begrenzung gilt:

$$l_{b,min} \geq \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 100 \text{ mm}) \quad (\text{abZ 8.22})$$

8.5 Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.6 Verankerung mittels angeschweißter Stäbe

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.7 Stöße und mechanische Verbindungen

8.7.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.7.2 Stöße

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.7.3 Übergreifungslänge

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.7.4 Querbewehrung im Bereich der Übergreifungsstöße

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.7.5 Stöße von Betonstahlmatten aus Rippenstahl

Keine Ergänzungen oder Änderungen

abZ 8.7.6 Übergreifungsstöße der Textilbewehrung

(abZ 1) Die Textilbewehrung darf durch Übergreifung gestoßen werden.

(abZ 2) Die Abschnitte der gestoßenen Textilbewehrung müssen sich im Stoß wechselweise mit l_{bd} nach Abschnitt 8.4.4 übergreifen.

(abZ 3) Für nicht vorwiegend ruhende Beanspruchung sind Übergreifungsstöße in der Textilbewehrung nicht zulässig.

8.8 Zusätzliche Regeln bei großen Stabdurchmessern

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.9 Stabbündel

8.9.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.9.2 Verankerung von Stabbündeln

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.9.3 Gestoßene Stabbündel

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.10 Spannglieder

8.10.1 Anordnung von Spanngliedern und Hüllrohren

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.10.2 Verankerung von Spanngliedern im sofortigen Verbund

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
 Seite 24 von 28

8.10.3 Verankerungsbereiche bei Spanngliedern im nachträglichen oder ohne Verbund

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.10.4 Verankerungen und Spanngliedkopplungen für Spannglieder

Keine Ergänzungen oder Änderungen

8.10.5 Umlenkstellen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9 Konstruktionsregeln

9.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2 Balken

9.2.1 Längsbewehrung

9.2.1.1 Mindestbewehrung und Höchstbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2.1.2 Weitere Konstruktionsregeln

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2.1.3 Zugkraftdeckung

(abZ 5) Für jedes Bauteil sind die versetzte Zugkraft- und die Zugkraftdeckungslinie für den Grenzzustand der Tragfähigkeit darzustellen. Ein Einschneiden der versetzten Zugkraftlinie ist nicht zulässig.

9.2.1.4 Verankerung der unteren Bewehrung an Endauflagern

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2.1.5 Verankerung der unteren Bewehrung an Zwischenauflagern

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2.2 Querkraftbewehrung

(abZ 9) Textilbeton als Querkraftzulage ist nicht zulässig.

9.2.3 Torsionsbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2.4 Oberflächenbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.2.5 Indirekte Auflager

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.3 Vollplatten

9.3.1 Biegebewehrung

9.3.1.1 Allgemeines

(abZ 6) Für jedes Bauteil sind die versetzte Zugkraft- und die Zugkraftdeckungslinie für den Grenzzustand der Tragfähigkeit darzustellen. Ein Einschneiden der versetzten Zugkraftlinie ist nicht zulässig.

(abZ 7) Bei Platten muss die Querbewehrung gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 9.3.1.1, vorhanden sein. Fehlende Querbewehrung darf durch Textilbeton ergänzt werden.

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
Seite 25 von 28**

(abZ 8) Bei einachsiger gespannten Platten sind für die Querbewehrung 20 % der vorhandenen Betonstahlbewehrung auch bei verstärkten Bauteilen ausreichend.

(abZ 9) Bei gelenkig gelagerten Platten ist in der Regel mindestens die Hälfte der erforderlichen Feldbewehrung über das Auflager zu führen und dort sinngemäß nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 8.4.4, zu verankern. Dabei ist das Versatzmaß a_1 der Platten ohne Querkraftbewehrung mit $1,0d$ anzusetzen. Wird bei verstärkten Platten weniger als 50 % der erforderlichen Feldbewehrung im Auflager verankert, ist das Versatzmaß mit dem Faktor $0,5 \cdot (\text{erf } A_{s,\text{Feld}} / \text{vorh } A_{s,\text{Auflager}}) \geq 1,0$ zu vergrößern. Unabhängig davon sind bei verstärkten Bauteilen stets mindestens 25 % von $A_{s,\text{Feld}}$ über das Auflager zu führen.

(abZ 10) Bei dem Nachweis der Endverankerung der Textilbetonschicht darf das Versatzmaß bei Platten in Änderung zu DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 9.3.1.1 (4), zu $0,5 h$ bestimmt werden. Bei der Verankerung der Längsbewehrung ist das Versatzmaß gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 9.3.1.1 (4), anzusetzen.

9.3.1.2 Bewehrung von Platten in Auflagernähe

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.3.1.3 Eckbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.3.1.4 Randbewehrung an freien Rändern von Platten

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.3.2 Querkraftbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.4 Flachdecken

9.4.1 Flachdecken im Bereich von Innenstützen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.4.2 Flachdecken im Bereich von Randstützen

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.4.3 Durchstanzbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.5 Stützen

9.5.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.5.2 Längsbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.5.3 Querbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.6 Wände

9.6.1 Allgemeines

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.6.2 Vertikale Bewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.6.3 Horizontale Bewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

9.6.4 Querbewehrung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
 Seite 26 von 28**

- 9.7 Wandartige Träger**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.8 Gründungen**
- 9.8.1 Pfahlkopfplatten**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.8.2 Einzel- und Streifenfundamente**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.8.3 Zerrbalken**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.8.4 Einzelfundament auf Fels**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.8.5 Bohrpfähle**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.9 Bereiche mit geometrischen Diskontinuitäten oder konzentrierten Einwirkungen (D-Bereiche)**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.10 Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen**
- 9.10.1 Allgemeines**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.10.2 Ausbildung von Zugankern**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 9.10.3 Durchlaufwirkung und Verankerung von Zugankern**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 10 Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen**
Keine Ergänzungen oder Änderungen
- 11 Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Leichtbeton**
Diese Anlage der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gilt nicht für das Verstärken von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen aus Leichtbeton.
- 12 Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton**
Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

Anlage 5
Seite 27 von 28

Anhang A – Modifikation von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang B – Kriechen und Schwinden

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang C – Eigenschaften des Betonstahls

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang D – Genauere Methode zur Berechnung von Spannkraftverlusten aus Relaxation

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang E – Indikative Mindestfestigkeitsklassen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang F – Gleichungen für Zugbewehrung für den ebenen Spannungszustand

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang G – Boden-Bauwerk-Interaktion

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang H – Nachweise am Gesamttragwerk nach Theorie II. Ordnung

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang I – Ermittlung der Schnittgrößen bei Flachdecken und Wandscheiben

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Anhang J – Konstruktionsregeln für ausgewählte Beispiele

Keine Ergänzungen oder Änderungen

Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton)

Grundlagen der Bemessung

**Anlage 5
Seite 28 von 28**

Ermittlung der unteren Vertrauensgrenze des Erwartungswerts der Oberflächenzugfestigkeit

(1) Der Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit ist als untere Vertrauensgrenze mit 95 % Zuverlässigkeit (einseitig) aus dem Umfang und der Standardabweichung der Stichprobe gemäß folgender Gleichung zu ermitteln.

$$f_{ctm,surf} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cti,surf} \right) - k \cdot s$$

Dabei ist:

- $f_{ctm,surf}$ Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit (untere Vertrauensgrenze)
- n Stichprobenumfang
- $f_{cti,surf}$ Einzelwerte der Oberflächenzugfestigkeit
- k Faktor nach Tabelle 1
- s Standardabweichung der Stichprobe

Tabelle 1: Faktor k

| Spalte | 1 | 2 |
|--------|--|-------|
| Zeile | n | k |
| 1 | 5 | 0,953 |
| 2 | 6 | 0,823 |
| 3 | 7 | 0,734 |
| 4 | 8 | 0,670 |
| 5 | 9 | 0,620 |
| 6 | 10 | 0,580 |
| 7 | 15 | 0,455 |
| 8 | 20 | 0,387 |
| 9 | 25 | 0,342 |
| 10 | 30 | 0,310 |
| 11 | 35 | 0,286 |
| 12 | $k = \frac{t_{n-1;1-S}}{\sqrt{n}}$ Einseitig berechnet für eine statistische Sicherheit von $S=95\%$; t aus Studentverteilung (t-Verteilung) | |

Textilbewehrte Verstärkung der TUDAG für Betonbauteile

Erwartungswert der Oberflächenzugfestigkeit

**Anlage 6
 Seite 1 von 1**